

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA CIVIL**

**“PLAN DE REHABILITACIÓN DE LAS TUBERÍAS MATRICES
Y POZOS DE INSPECCIÓN DE ALCANTARILLADO DE LA
SUBCUENCA ALTA DEL COLECTOR SUCRE – SECTOR
CENTRO HISTÓRICO DE QUITO”**

AUTOR:

CHÁVEZ PULLAS VERÓNICA NATHALIE

DIRECTOR: ING. LUIS FERNANDO BURBANO, M. ENG.

Quito, 2014

Dedicatoria

Con todo amor a mis padres, quienes me han apoyado a lo largo de este camino. Gracias por estar conmigo siempre.

A mis hermanos, familia y amigos, en quienes encuentro el estímulo para seguir adelante.

Agradecimientos

 Mi sincero agradecimiento a la EPMAPS,
 especialmente al Departamento de Alcantarillado y a la
UDSA, sin su apoyo este trabajo no hubiese sido posible.

Resumen

El presente trabajo comprende el planteamiento de una metodología de diagnóstico de redes de alcantarillado, en la que se consideran aspectos de tipo estructural, operacional e hidráulico, misma que será aplicada al desarrollo de un Plan de Rehabilitación de las tuberías matrices de la Subcuenca alta del Colector Sucre – Centro Histórico de Quito. Actualmente, pese a que se ha pasado de las acciones reactivas a las acciones preventivas en cuanto a materia de alcantarillado en la ciudad de Quito se refiere, no se cuenta con un modelo integrador entre la evaluación hidráulica y estructural para desarrollar planes de rehabilitación.

Mediante la recopilación de información catastral, topográfica e hidrológica se desarrolló un modelo hidráulico en SWMM (Storm Water Management Model) a través del cual se detectaron problemas de subdimensionamiento e inundación. Con la información proveniente de las inspecciones televisivas y de acuerdo a la Norma PACP (Pipeline Assessment Certification Program) se obtuvo la calificación estructural y operacional de cada uno de los tramos de tubería.

La aplicación del Plan de Rehabilitación para el área de estudio permitirá dotar a la red de alcantarillado de las condiciones necesarias para satisfacer la demanda del sector. Con este propósito y de acuerdo a las características particulares de la zona, se consideraron metodologías con zanja y sin zanja disponibles en el país; con las cuales se pretende reducir sustancialmente la afectación social y de tráfico.

Se recomienda la aplicación de este plan de rehabilitación en la subcuenca en estudio, así como también la metodología de diagnóstico a nivel de cuencas urbanas de alcantarillado.

Palabras clave: rehabilitación, renovación, reparación, reemplazo, diagnóstico, modelación hidráulica, tecnologías sin zanja, pipe bursting, CIPP.

Abstract

This work includes a proposal methodology of sewer systems diagnosis, that considers structural, operational and hydraulics criteria, which also will be applied in the development of the Rehabilitation Plan for the upper sub catchment area for Colector Sucre – Centro Histórico de Quito. Even there are efforts to implement preventive actions in sewer systems in Quito, there's no a model which combines hydraulic modeling and structural evaluation.

By collecting cadastral, topographic and hydrological information a hydraulic model was developed in SWMM (Storm Water Management Model), identifying undersizing and flooding problems. The information gained through closed circuit television system was used to score operational and structurally each pipe section.

The implementation of the Rehabilitation Plan will provide to the sewer system the necessary conditions to meet the demands. For this purpose, trenchless technologies were considered in order to reduce traffic and social disruption.

It is recommended to apply this Rehabilitation Plan on the study area, as well as the diagnosis methodology for urban sewage catchments.

Keywords: rehabilitation, renovation, repair, replacement, assessment, hydraulic modeling, trenchless technology, pipe bursting, CIPP.

Índice de contenido

| | |
|--|------|
| Dedicatoria | i |
| Agradecimientos | ii |
| Resumen | iii |
| Abstract | iv |
| Índice de contenido | v |
| Índice de figuras | ix |
| Índice de tablas | xii |
| Índice de anexos | xiii |
| Terminología | xiv |
| 1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 2 |
| 1.3 Objetivos | 2 |
| 1.4 Preguntas de investigación | 3 |
| 2 MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1 Diagnóstico y rehabilitación de sistemas de alcantarillado | 4 |
| 2.1.1 Planeación | 8 |
| 2.1.2 Diagnóstico de la condición actual | 8 |
| 2.1.2.1 Investigación estructural | 8 |
| 2.1.2.2 Investigación hidráulica | 16 |
| 2.1.3 Elaboración de soluciones | 16 |
| 2.2 Sistemas de rehabilitación de tuberías y pozos | 17 |
| 2.2.1 Sistema de rehabilitación de tuberías | 18 |
| 2.2.1.1 CIPP | 18 |
| 2.2.1.2 Pipe Bursting | 26 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.2.1.3 | Rehabilitación a zanja abierta..... | 36 |
| 2.2.1.4 | Rehabilitación operacional | 39 |
| 2.2.2 | Sistemas de rehabilitación de pozos | 40 |
| 2.2.2.1 | Recubrimiento de pozos con epoxi..... | 41 |
| 2.2.2.2 | Trabajos de rehabilitación | 44 |
| 3 | METODOLOGÍA..... | 47 |
| 3.1 | Herramientas computacionales | 47 |
| 3.1.1 | Sistema de Información Geográfica ArcGIS | 47 |
| 3.1.2 | Storm Water Management Model (SWMM 5)..... | 47 |
| 3.2 | Adquisición, análisis y procesamiento de información..... | 48 |
| 3.2.1 | Información catastral | 48 |
| 3.2.2 | Información hidrológica..... | 48 |
| 3.3 | Modelación y evaluación hidráulica | 50 |
| 3.3.1 | Escenarios de análisis hidráulico | 51 |
| 3.4 | Evaluación estructural | 52 |
| 3.5 | Plan de rehabilitación | 54 |
| 3.5.1 | Análisis de costos..... | 54 |
| 4 | ÁREA DE ESTUDIO | 58 |
| 4.1 | Antecedentes históricos del área de estudio | 58 |
| 4.1.1 | Programa de Descontaminación de Ríos | 59 |
| 4.1.2 | Intervención del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado (PMA) en el área de estudio | 60 |
| 4.1.3 | Intervención del Programa de Saneamiento Ambiental (PSA) en el área de estudio | 61 |
| 4.2 | Descripción de la subcuenca alta del Colector Sucre..... | 63 |
| 4.2.1 | Introducción | 63 |
| 4.2.2 | Detalle de la red existente | 65 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 4.2.3 | Topografía..... | 65 |
| 4.2.4 | Usos de suelo | 66 |
| 4.2.5 | Estimación de flujos..... | 67 |
| 4.2.5.1 | Datos hidrológicos..... | 67 |
| 4.2.5.2 | Flujo de aguas servidas..... | 68 |
| 5 | RESULTADOS | 69 |
| 5.1 | Análisis de la información..... | 69 |
| 5.1.1 | Información catastral | 69 |
| 5.1.2 | Precipitaciones | 72 |
| 5.2 | Evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado | 74 |
| 5.2.1 | Simulación de la red existente | 75 |
| 5.2.1.1 | Pozos..... | 75 |
| 5.2.1.2 | Tuberías | 79 |
| 5.2.1.3 | Descargas..... | 86 |
| 5.2.2 | Escenarios de simulación..... | 87 |
| 5.2.2.1 | Pozos..... | 87 |
| 5.2.2.2 | Tuberías | 93 |
| 5.2.2.3 | Descargas..... | 100 |
| 5.3 | Evaluación estructural y operacional del sistema de alcantarillado..... | 102 |
| 5.4 | Plan de rehabilitación de tuberías matrices de la subcuenca alta del Colector Sucre..... | 108 |
| 5.5 | Plan de rehabilitación de pozos de inspección de la subcuenca alta del Colector Sucre | 113 |
| 6 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 114 |
| 6.1 | Conclusiones | 114 |
| 6.2 | Recomendaciones..... | 116 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 118 |

| | |
|-------------|-----|
| ANEXOS..... | 122 |
|-------------|-----|

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 2-1: Etapas del ciclo de vida de las redes de alcantarillado | 6 |
| Figura 2-2: Diagrama de un enfoque sistemático para rehabilitación en redes de alcantarillado | 7 |
| Figura 2-3: Inspección visual directa de colectores | 9 |
| Figura 2-4: Cámara de empuje manual | 11 |
| Figura 2-5: Cámaras autopropulsadas | 12 |
| Figura 2-6: Cámara de poste | 13 |
| Figura 2-7: Cámara Goliath | 14 |
| Figura 2-8: Inspección en colectores con la cámara Goliath | 14 |
| Figura 2-9: CIPP por halado | 19 |
| Figura 2-10: Equipo básico para CIPP con curado UV | 20 |
| Figura 2-11: Impregnación de resina para CIPP | 21 |
| Figura 2-12: CIPP por inversión | 22 |
| Figura 2-13: CIPP por halado | 22 |
| Figura 2-14: Esquema de operación del pipe bursting | 27 |
| Figura 2-15: Esquema de pipe bursting neumático | 29 |
| Figura 2-16: Cabeza de fragmentación para pipe bursting hidráulico | 30 |
| Figura 2-17: Pipe bursting estático | 30 |
| Figura 2-18: Rehabilitación de tuberías con zanja abierta | 37 |
| Figura 2-19: Falla típica en pozos de inspección de alcantarillado | 40 |
| Figura 2-20: Recubrimiento de pozos con epóxicos | 41 |
| Figura 2-21: Impregnación de revestimiento epoxi por rociado | 42 |
| Figura 2-22: Elevación del cuello de un pozo sin remoción de los componentes | 44 |
| Figura 2-23: Descenso del nivel de la tapa de un pozo | 45 |
| Figura 2-24: Elevación de pozos con retiro del cerco | 45 |
| Figura 3-1: Hietograma por bloque alterno | 49 |
| Figura 4-1: Aguateros en la plaza de San Francisco | 58 |
| Figura 4-2: Esquema del sistema de descontaminación de ríos | 60 |
| Figura 4-3: Intervención del PSA en el Centro Histórico de Quito | 62 |
| Figura 4-4: Cuencas de drenaje de la ciudad de Quito | 63 |
| Figura 4-5: Subcuenca alta del Colector Sucre | 64 |
| Figura 4-6: Curvas de nivel en el área de estudio | 65 |

| | |
|---|-----|
| Figura 4-7: Usos de suelo en la subcuenca alta del Colector Sucre | 67 |
| Figura 4-8: Factor de demanda Sector Itchimbía Medio..... | 68 |
| Figura 5-1: Pozos que no constaban en la base de datos..... | 69 |
| Figura 5-2: Pozos con diferencia de cotas respecto a la base de datos | 70 |
| Figura 5-3: Tuberías que discrepan con la base de datos..... | 70 |
| Figura 5-4: Clasificación de tuberías existentes por la sección | 71 |
| Figura 5-5: Clasificación de tuberías existentes por el material | 71 |
| Figura 5-6: Clasificación de tuberías existentes por el diámetro | 72 |
| Figura 5-7: Curvas IDF Estación Toctiuco | 73 |
| Figura 5-8: Hietograma de precipitación (Tr=25años) | 74 |
| Figura 5-9: Red de alcantarillado de la subcuenca alta del Colector Sucre | 75 |
| Figura 5-10: Pozos inundados en red existente..... | 78 |
| Figura 5-11: Clasificación de tuberías en red existente por calificación hidráulica | 80 |
| Figura 5-12: Perfil entre P133 y P114..... | 82 |
| Figura 5-13: Calificación hidráulica de tuberías en red existente..... | 84 |
| Figura 5-14: Tuberías consideradas para reemplazo a partir de la red existente | 85 |
| Figura 5-15: Caudal en la descarga principal..... | 86 |
| Figura 5-16: Pozos inundados Escenario 1 | 89 |
| Figura 5-17: Pozos inundados Escenario 2 | 90 |
| Figura 5-18: Pozos inundados Escenario 3 | 91 |
| Figura 5-19: Inundación en pozos Escenario 4 | 92 |
| Figura 5-20: Perfil modificado entre P133 y P114 | 93 |
| Figura 5-21: Clasificación de tuberías según escenario de simulación por calificación hidráulica, de acuerdo a la longitud | 95 |
| Figura 5-22: Calificación hidráulica Escenario 1..... | 96 |
| Figura 5-23: Calificación hidráulica Escenario 2..... | 97 |
| Figura 5-24: Calificación hidráulica Escenario 3..... | 98 |
| Figura 5-25: Calificación hidráulica Escenario 4..... | 99 |
| Figura 5-26: Caudal en DESC 1 según Escenarios de Simulación..... | 101 |
| Figura 5-27: Tuberías consideradas para reemplazo por condición estructural u operativa..... | 107 |
| Figura 5-28: Clasificación por metodología del Plan de Rehabilitación | 109 |
| Figura 5-29: Costo Plan de Rehabilitación por metodología | 109 |

| | |
|--|-----|
| Figura 5-30: Plan de Rehabilitación de la Subcuenca alta del Colector Sucre | 110 |
| Figura 5-31: Tuberías a intervenir en el Plan de Rehabilitación a corto plazo | 111 |
| Figura 5-32: Tuberías a intervenir en el Plan de Rehabilitación a mediano plazo..... | 112 |

Índice de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 2-1: Clasificación por grupo de los procesos para rehabilitación de tuberías | 18 |
| Tabla 2-2: Propiedades estructurales para CIPP | 24 |
| Tabla 2-3: Desempeño de equipos de pipe bursting según la condición del suelo | 32 |
| Tabla 3-1: Escala de calificación hidráulica para las tuberías evaluadas..... | 51 |
| Tabla 3-2: Escala de calificación estructural y operacional para tuberías inspeccionadas..... | 53 |
| Tabla 4-1: Datos generales subcuenca alta del Colector Sucre..... | 64 |
| Tabla 5-1: Resultados del catastro de pozos | 69 |
| Tabla 5-2: Pozos inundados en red existente | 77 |
| Tabla 5-3: Datos de inundación en pozos en red existente | 77 |
| Tabla 5-4: Velocidades máximas y mínimas según el tipo de material | 79 |
| Tabla 5-5: Tuberías con velocidades superiores al máximo en red existente | 79 |
| Tabla 5-6: Calificación hidráulica de tuberías en red existente | 80 |
| Tabla 5-7: Tuberías a ser reemplazadas | 81 |
| Tabla 5-8: Tuberías con grado hidráulico 4 consideradas para reemplazo | 82 |
| Tabla 5-9: Volúmenes de descarga | 86 |
| Tabla 5-10: Pozos inundados según los escenarios de simulación | 87 |
| Tabla 5-11: Datos de inundación en pozos según los escenarios de simulación | 88 |
| Tabla 5-12: Velocidades máximas en según escenarios de simulación | 94 |
| Tabla 5-13: Calificación hidráulica de tuberías según escenarios de simulación | 94 |
| Tabla 5-14: Caudales en la descarga principal según los escenarios de simulación.. | 100 |
| Tabla 5-15: Volumen total en las descargas según los escenarios de simulación | 100 |
| Tabla 5-16: Defectos estructurales más comunes en tuberías inspeccionadas | 102 |
| Tabla 5-17: Defectos operativos más comunes en tuberías inspeccionadas | 102 |
| Tabla 5-18: Defectos de construcción más comunes en tuberías inspeccionadas | 102 |
| Tabla 5-19: Calificación estructural y operativa de tuberías inspeccionadas | 105 |
| Tabla 5-20: Tuberías a intervenir por condición estructural u operativa | 106 |
| Tabla 5-21: Costo Plan de Rehabilitación para tuberías matrices por metodología .. | 108 |

Índice de anexos

| | |
|---|-----|
| Anexo 1: Monografía de control horizontal hito IGM..... | 123 |
| Anexo 2: Evolución cronológica del sistema de alcantarillado en Quito | 124 |
| Anexo 3: Plan Maestro de Alcantarillado | 127 |
| Anexo 4: Curvas IDF Estación Toctiuco | 128 |
| Anexo 5: Datos de modelación | 129 |
| Anexo 6: Análisis hidráulico de red existente..... | 142 |
| Anexo 7: Análisis hidráulico Escenario 1 | 149 |
| Anexo 8: Análisis hidráulico Escenario 2 | 158 |
| Anexo 9: Análisis hidráulico Escenario 3 | 166 |
| Anexo 10: Análisis hidráulico Escenario 4 | 173 |
| Anexo 11: Codificación de defectos PACP y Clasificación de Tubería..... | 180 |
| Anexo 12: Costos por tubería del Plan de Rehabilitación..... | 182 |
| Anexo 13: Información de las tuberías de la red rehabilitada..... | 185 |
| Anexo 14: Análisis de costos para la rehabilitación de pozos | 189 |
| Anexo 15: Análisis de costos de rehabilitación por tramo..... | 190 |

Terminología¹

Área de drenaje: Superficie que drena hacia un punto o tramo determinado en un sistema de alcantarillado.

Catastro de redes: Inventario de las tuberías y accesorios existentes en el que se incluye: Localización, diámetro, profundidad, material, año de instalación y evaluación de su estado físico y operativo.

Colector: Conducto cerrado circular, cuadrado, oval, etc., que recibe los caudales de los conductos secundarios de alcantarillado, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector del sistema.

Conexiones domiciliarias: Descargas o derivaciones que conducen efluente sanitario y/o pluvial desde un domicilio hacia la red de Alcantarillado.

Cuenca de drenaje: Área drenada por un curso de agua, un lago o un conducto colector principal de un sistema de alcantarillado.

Pozo o cámara de revisión (o inspección): Estructura de forma cilíndrica o prismática con tapa removible para permitir el acceso, la ventilación y el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado.

Red matriz: Conjunto de tuberías que transportan los caudales de las acometidas domiciliarias y de la escorrentía superficial hacia los colectores principales.

Sumidero: Estructura destinada a captar las aguas de la escorrentía superficial que corren por las cunetas de las calzadas y que entrega las mismas al sistema de alcantarillado.

¹ Tomado de las Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q, 2009

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El acelerado crecimiento de las ciudades, implica grandes cambios, no solo en el entorno; sino también en la demanda de infraestructura que sirve para la dotación de servicios básicos; como agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, telefonía, entre otros.

El crecimiento que ha experimentado la ciudad de Quito durante las últimas décadas, involucra por tanto la evaluación de la infraestructura subterránea de servicios públicos existentes, a fin de identificar las deficiencias que actualmente se presentan y prevenir posibles daños o colapsos que surjan como consecuencia de su operación o envejecimiento.

Quito tiene un sistema de alcantarillado combinado, es decir, que maneja a través de una única red las aguas servidas y las aguas lluvias. El caudal que maneja esta red ha aumentado drásticamente debido al vertiginoso crecimiento poblacional y a la impermeabilización del suelo; lo cual hace que el caudal que antes era absorbido por la capa vegetal corra por las calles pavimentadas e ingrese en exceso a la red de tuberías y colectores.

Varios de los componentes que conforman el sistema de alcantarillado de la ciudad han excedido o se aproximan hacia el final de su vida útil, especialmente aquellos componentes que se encuentran en el Centro Histórico; los cuales fueron los precursores del sistema de alcantarillado hace ya más de 100 años. En base a estos precedentes, se ha podido observar cómo en varias ocasiones la ciudad se ha visto afectada por inundaciones y colapso de tuberías y colectores. Muchos de estos elementos por ejemplo, se encuentran subdimensionados; lo cual genera una falta de capacidad hidráulica ante el aumento de caudales generados principalmente por las fuertes lluvias. El último ejemplo de esta situación se la pudo evidenciar el 16 de abril de 2014, cuando una precipitación de alta intensidad en la zona norte de la ciudad desencadenó una serie de inundaciones en el área comprendida entre las calles Cristóbal Vaca de Castro, Luis Tufiño, Galo Plaza y Sabanilla. La causa de estas inundaciones fue que el sistema de alcantarillado de la zona trabaja a presión, lo cual evidencia insuficiencia hidráulica de la red matriz y el colector principal.

Por lo anteriormente expuesto, una adecuada valoración de las condiciones actuales del sistema de alcantarillado será la herramienta para establecer un adecuado plan de mantenimiento y rehabilitación que permita dotar a la red de las condiciones óptimas tanto estructural como hidráulicamente de acuerdo a las solicitudes requeridas.

1.2 Planteamiento del problema

La evacuación de aguas residuales y pluviales es uno de los grandes servicios que demanda la comunidad, por lo cual el sistema de alcantarillado requiere constantes programas de mantenimiento, que permitan adecuarlo a las necesidades que se presentan.

Dentro de este contexto, se han ejecutado varias iniciativas para el mejoramiento de este servicio; tal es así que la EPMAPS cuenta con alta tecnología en equipos de inspección televisiva, programas de actualización del catastro de las redes y ejecución de programas pilotos de rehabilitación utilizando diferentes metodologías. Pese a ello, no se cuenta con un modelo integrador entre la evaluación estructural y la modelación hidráulica que permita desarrollar planes de rehabilitación optimizados orientados a un manejo eficiente de recursos.

A través del desarrollo de este tema de disertación se planteará una metodología de diagnóstico de las redes de alcantarillado; en la cual se integren criterios hidráulicos y estructurales, misma que será aplicada al desarrollo de un plan de rehabilitación para la subcuenca alta de aportación del Colector Sucre.

1.3 Objetivos

El objetivo general de esta disertación es evaluar las condiciones hidráulicas y estructurales de las tuberías matrices y pozos de inspección de alcantarillado de la subcuenca alta del colector Sucre, ubicada en el Centro Histórico de Quito, a fin de proponer un plan de rehabilitación técnica y económicamente más viable en base a los métodos mayoritariamente empleados en la región.

Dentro de los objetivos específicos a cumplirse con el desarrollo de este tema están:

- Desarrollar un procedimiento lógico para el diagnóstico integral de sistemas de alcantarillado.
- Actualizar el catastro de la subcuenca en estudio.

- Evaluar hidráulicamente el comportamiento de la subcuenca, a través de la modelación de la red aplicando software especializado.
- Determinar la condición estructural actual de las tuberías matrices de alcantarillado mediante la información obtenida por inspección televisiva.
- Seleccionar metodologías de rehabilitación de tuberías, realizar la comparación de alternativas y determinar la viabilidad de su aplicación considerando los posibles impactos que se generarán durante la ejecución de los trabajos.

1.4 Preguntas de investigación

- ¿Qué proceso se debería seguir en el diagnóstico y elaboración de planes de rehabilitación de sistemas de alcantarillado?
- ¿Qué información es necesaria para realizar la modelación y evaluación hidráulica de un sistema de alcantarillado? En caso de que se posea dicha información, ¿qué tan veraz es?
- ¿Cuál es el estado actual hidráulico y estructural del sistema de alcantarillado de la subcuenca en estudio?
- De entre las metodologías de rehabilitación que se emplean mayoritariamente en la región y de acuerdo a las condiciones del área de estudio, ¿cuál resulta más conveniente?

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Diagnóstico y rehabilitación de sistemas de alcantarillado

La recolección de aguas servidas y aguas lluvias es un servicio indispensable para la comunidad, que se lleva a cabo a través de redes de tuberías, las cuales como toda obra civil se deterioran a través del tiempo pues la cantidad y calidad del agua que circula a través de ellas, modifica las condiciones físicas, estructurales e hidráulicas, disminuyendo así la capacidad de transporte. Dependiendo de los materiales, condiciones de uso y programas de mantenimiento que se ejecuten, estos componentes pueden prolongar su vida útil.

La idea de rehabilitar los sistemas de alcantarillado no es reciente, de hecho ha estado presente desde la aparición de las primeras alcantarillas en Roma y Grecia (Read, 2004). Por ejemplo, la Cloaca Máxima fue objeto de inspecciones y drenaje en el año 33 a.C., además existen vestigios de que diversas técnicas y materiales de construcción fueron empleados en diferentes épocas; lo cual indica que los sistemas de alcantarillado recibían atención periódica.

Los problemas que presenta una red de alcantarillado pueden ser el resultado de varios factores que confluyen sobre ella. El entendimiento de cómo estos factores se interrelacionan permite desarrollar un adecuado plan de rehabilitación (ASCE et al., 2009). Dichos problemas pueden dividirse en las siguientes categorías:

- Problemas hidráulicos:
 - Excesiva infiltración y aporte: los problemas no detectados de infiltraciones y aguas claras parásitas contribuyen a un sobreflujo dentro de la red, el cual al no poder ser conducido adecuadamente puede dar como resultado desbordamientos dentro de las edificaciones o en la vía pública .
 - Capacidad hidráulica: se refiere principalmente al dimensionamiento de los componentes de la red, los cuales en caso de tener una menor capacidad no pueden suplir la demanda requerida.
- Problemas estructurales:
 - Deterioro estructural: debida a la calidad de los materiales empleados, cambio de las condiciones de carga que soportan las tuberías o el resto de componentes de la red, operación regular del sistema o métodos

constructivos empleados; lo cual puede ocasionar la falla local o generalizada de los componentes.

- Problemas de mantenimiento: se refiere a la escasez o falta de programas preventivos de mantenimiento, específicamente de limpieza, que aseguren el adecuado funcionamiento de la red.

Basados en un período de diseño de 30 años (EMAAP, 2009), algunos componentes han sobrepasado o se encuentran en el umbral de dicho período, habiendo incluso algunos que se encuentran por alcanzar la vida útil. Si las reparaciones o renovaciones no son ejecutadas a tiempo, la vida útil puede verse acortada con el riesgo de que la estructura colapse inclusive antes del período de diseño.

La rehabilitación es un proceso por el cual se devuelve a la tubería averiada las características necesarias para que cumpla de manera adecuada su función, en condición similar o superior a la cual lo hacía antes de que se evidencien los daños (WRc, 2001).

Los objetivos principales que se pretenden con un adecuado plan de rehabilitación son mejorar la capacidad operativa de la red, reducir la frecuencia de mantenimiento, reducir posibles infiltraciones, mejorar la condición estructural e hidráulica de los componentes y alargar la vida útil.

Los sistemas de rehabilitación pueden clasificarse dentro de las siguientes categorías (ASCE, et al., 2009):

- Reparación: es el proceso que permite corregir deficiencias o fallas localizadas en puntos específicos de los componentes o en una longitud limitada de la tubería; misma que no cubre la longitud de pozo a pozo de inspección. La reparación puede ser de tipo temporal, semipermanente o permanente, dependiendo de la metodología, tecnología y materiales empleados. Usualmente las técnicas de reparación no extienden la vida útil del material original sino que habilitan a los componentes a completar dicho período.
- Renovación: comprende la aplicación de procesos que permitan mejorar la funcionalidad actual de tuberías o pozos de inspección de manera semipermanente o permanente. En el caso de las tuberías, la renovación generalmente disminuye la

sección transversal y cubre la longitud total existente entre pozos de inspección sin que se destruya la tubería antigua.

- Reemplazo: consiste en la técnica de rehabilitación más extensiva e incluye la creación o cambio total de los componentes de la red de alcantarillado. Para el caso de tuberías y pozos de inspección, el reemplazo implica la destrucción completa del componente antiguo y una cobertura total en longitud de pozo a pozo de inspección.

Esta acción debe ser llevada a cabo cuando:

- Los procesos de reparación o renovación son técnica o económicamente inapropiados.
- La capacidad hidráulica debe ser mejorada a través del aumento del diámetro de la tubería.
- La reparación o renovación resulta ser una solución de corto plazo, al final de la cual se deberá obligatoriamente realizar el reemplazo.

La progresión de los trabajos desde reparación a renovación o reemplazo describe un nivel creciente de deterioro de los componentes, así como también una mayor inversión para ejecutar los trabajos. La Figura 2-1 muestra la progresión de dichos trabajos dentro del ciclo de vida de las redes de alcantarillado. La selección de cualquiera de los tipos de rehabilitación depende de los objetivos y alcance que se den al proyecto, así como también de la identificación de los principales problemas encontrados durante la inspección del sistema de alcantarillado.

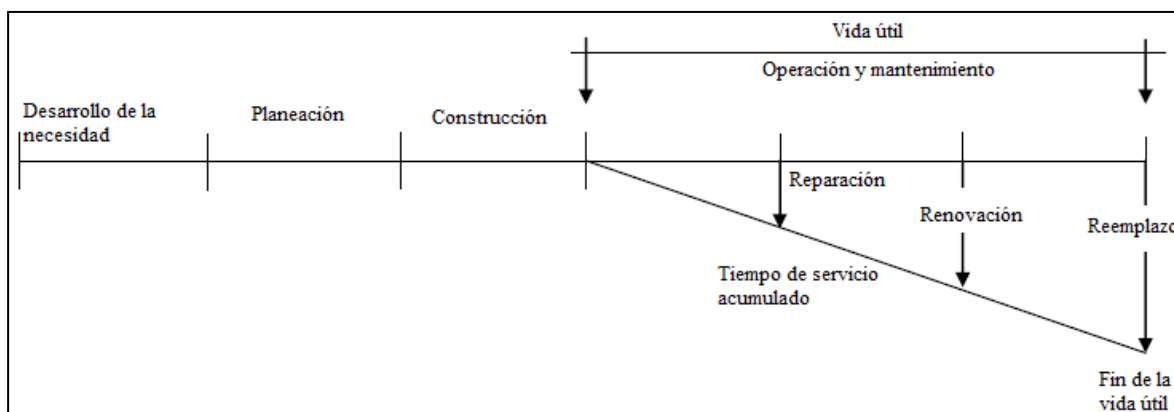


Figura 2-1: Etapas del ciclo de vida de las redes de alcantarillado

Recuperado de: Read, 2004:9

Para el desarrollo de un plan de diagnóstico y rehabilitación, es conveniente aplicar un enfoque sistemático (ASCE et al., 2009), que se define como una serie de pasos consecutivos e interrelacionados que permiten implementar o continuar con un programa, que para este caso sería un programa de rehabilitación de redes de alcantarillado. La Figura 2-2 muestra de manera esquemática las principales etapas a considerarse dentro de un enfoque sistemático para rehabilitación en sistemas de alcantarillado.

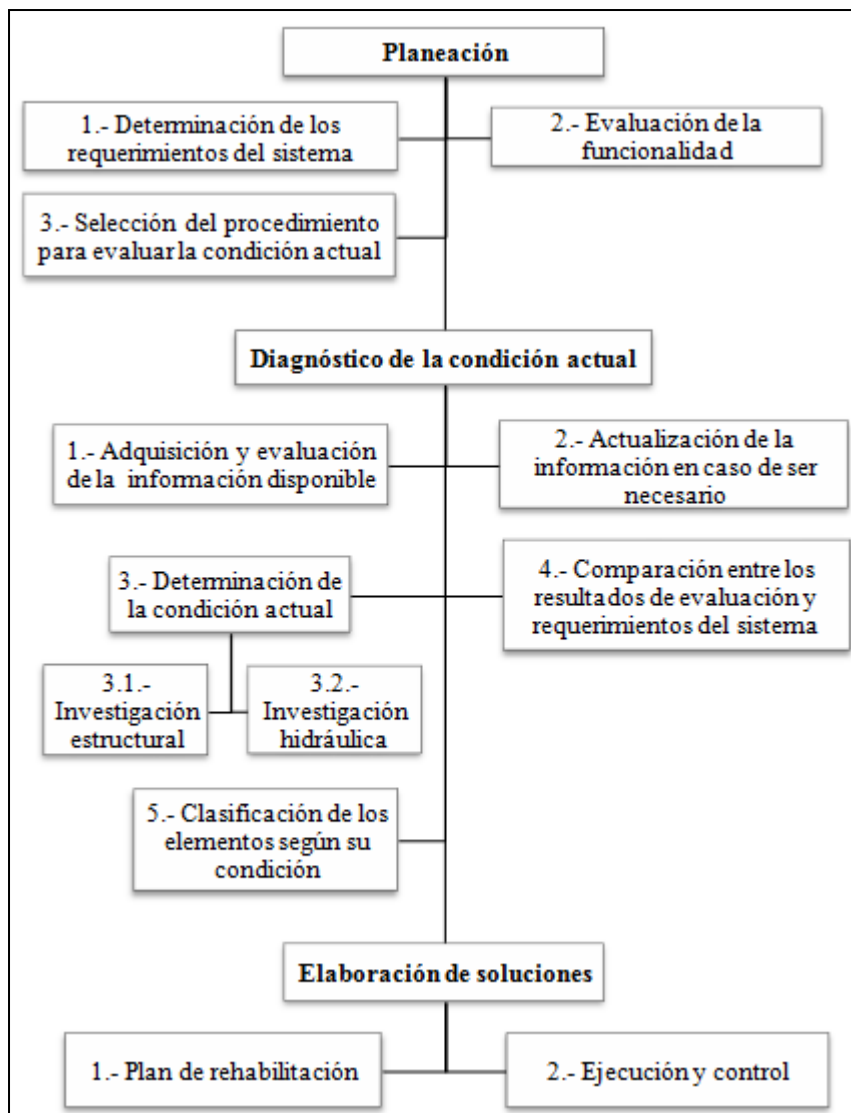


Figura 2-2: Diagrama de un enfoque sistemático para rehabilitación en redes de alcantarillado

Adaptado de: Stein, 2001: 190. Elaborado por: Nathalie Chávez P.

2.1.1 Planeación

La meta de un plan de diagnóstico y rehabilitación en redes de alcantarillado es definir de manera precisa las deficiencias hidráulicas, estructurales u operativas y proponer la metodología adecuada de rehabilitación y las técnicas que se emplearán para solventar los problemas hallados.

Un aspecto importante dentro de la planeación, se basa en la delimitación del área a intervenir; lo cual viene dado por las características topológicas y topográficas del sector. Para la delimitación es importante asegurarse de que se está estudiando completamente una subárea de la red, de manera que los efectos aguas arriba y aguas abajo puedan ser considerados en la evaluación de las deficiencias del sistema y las potenciales alternativas de solución.

En esta etapa también se determinarán los requerimientos del sistema, a fin de poder establecer cuál es el parámetro de comparación para los resultados obtenidos al analizar la red.

2.1.2 Diagnóstico de la condición actual

Comprende el estudio de la red tanto en su aspecto estructural, hidráulico y ambiental. En esta fase adicionalmente se recolectará la información de la red de alcantarillado; tales como datos catastrales y topográficos, los cuales en caso de ser necesario modificarán los registros disponibles.

2.1.2.1 *Investigación estructural*

La condición estructural actual de la red de alcantarillado puede ser evaluada de manera cualitativa o cuantitativa, ya sea a través de procesos ópticos o mediciones respectivamente (Stein D., 2001).

En caso de que se obtengan evaluaciones cualitativas o cuantitativas, los métodos empleados pueden ser directos o indirectos. Para fines de esta disertación, se ha empleado como método directo de investigación la inspección visual con personal y como método indirecto la inspección televisiva; métodos a través de los cuales se obtiene la mayor parte de información de la condición estructural a nivel mundial.

Adicionalmente existen otros métodos de investigación como: pruebas de humo, exploración geofísica, pruebas de tinte, perfilación láser, entre otros.

Inspección óptica directa

Las inspecciones ópticas son vitales para tener un conocimiento completo de la condición de los sistemas de alcantarillado, pues permite revisar la calidad de las superficies y defectos generados durante la construcción u operación de los componentes. El objetivo es localizar las deficiencias estructurales de colectores accesibles mediante el recorrido a pie, verificar el estado de las conexiones e identificar fallas estructurales en pozos.

La inspección óptica directa en general se aplica para:

- Realizar una evaluación general de la condición de un elemento, ya sea en el proceso de recepción de la obra o cuando el sistema ya se encuentra en operación.
- Detectar defectos antes de que alcancen un nivel crítico.

La entrada de personal a las instalaciones requiere el conocimiento de procesos de trabajo determinados y en ocasiones el uso de tecnología, siendo también indispensable cumplir con las regulaciones de Seguridad Industrial para espacios confinados, lo cual incluye contar con dispositivos de recuperación y arneses, lámparas, detectores de gases y un equipo completo de protección personal.



Figura 2-3: Inspección visual directa de colectores

Recuperado de: Archivo EPMAPS

Adicionalmente, para fines de recolectar adecuadamente la información, es conveniente que se cuente con el siguiente equipo (WRc, 2001):

- Dispositivos de medición de distancias.
- Cámaras para tomar fotografías.
- Dispositivos de medición de las dimensiones de los colectores, tuberías y pozos, así como también de los defectos encontrados.

Inspección óptica indirecta

La inspección óptica indirecta se refiere a las inspecciones en las que no se tiene acceso directo a los elementos o en aquellos que debido a sus dimensiones o diseño; el acceso a las cavidades internas resulta complicado. Entre los métodos para realizar inspecciones ópticas indirectas en tuberías de alcantarillado se pueden mencionar equipos como espejos y cámaras.

Uno de los primeros métodos empleados para visualizar el estado interior de las tuberías fue a través de espejos. Para este tipo de inspección, se requiere un espejo adaptado a un extensor y colocado en un ángulo de 45° y una fuente de iluminación. En un pozo de inspección se colocará el espejo, mientras que en el siguiente pozo se ubicará la fuente de iluminación, de manera que se obtiene una visión ininterrumpida de la sección a analizar; con lo cual se podrá identificar los daños presentes. Actualmente este método de inspección se encuentra en desuso, principalmente porque no permite localizar defectos que se encuentren más allá de la región adyacente a los pozos (Stein D., 2001).

La inspección televisiva (CCTV, por sus siglas en inglés Closed Circuit Television) es un método efectivo para determinar la condición estructural y operativa de las tuberías dentro de un sistema de alcantarillado. Comprende el uso de una cámara, la cual es impulsada a través de las tuberías (ASCE et al., 2009) para visualizar su estado interno y detectar anomalías de tipo estructural u operacional. Los equipos de inspección televisiva se pueden usar en todo tipo de canalizaciones, ya sea alcantarillado sanitario, redes de agua potable, redes contra incendios, sistemas de recolección de agua pluvial, pozos de inspección y tubos de ventilación.

De manera general los equipos de inspección televisiva constan de un equipo de cámara, dispositivos de iluminación, sistema de avance, una unidad de control y

dispositivos para grabación de videos e imágenes (WRc, 2001), aunque existe también la posibilidad de incorporar herramientas adicionales tales como inclinómetros, diodos láser, escáner óptico, perfiladores láser, entre otros.

Existen diferentes equipos para inspección televisiva, mismos que se emplean ampliamente en nuestro medio:

- Cámaras de empuje manual: consisten en pequeñas cámaras que pueden ubicarse dentro de las tuberías, las cuales mediante la incorporación de patines pueden acoplarse a diferentes diámetros. Consta de un cable de empuje, un procesador en el cual se almacena las grabaciones, un teclado para la introducción de información o su posterior edición, un odómetro para registrar la distancia recorrida por la cámara con lo cual se pueden abscisar las fallas encontradas y una pantalla que permite visualizar el avance de la inspección. El avance de la cámara se da por el confinamiento que las paredes de la tubería dan al cable de empuje. Su uso está condicionado a tuberías de 100mm hasta 250mm de diámetro, por cuanto en mayores diámetros la iluminación resulta insuficiente y pueden darse errores de interpretación debido a que la cámara no está colocada en el eje de la tubería. Otras desventajas que presenta este equipo es que tiene avance limitado y se presentan errores de abscisado.



Figura 2-4: Cámara de empuje manual

Recuperado de: Archivo EPMAPS

- Cámaras autopropulsadas: son cámaras montadas sobre equipos capaces de desplazarse a través de las tuberías, ya sea por medio de ruedas u orugas. Al igual que en las cámaras de empuje manual, este equipo permite abscribir los defectos encontrados conforme se avanza dentro de las tuberías. Dado que posee mecanismos de elevación y nivelación con los cuales se puede centrar el enfoque, estas cámaras pueden ser usadas inclusive para inspección de colectores. La velocidad de avance de los equipos puede ser controlada manualmente o se puede fijar una velocidad máxima de avance automático. De manera general, estos equipos constan de un tractor transportador de cámara y una cámara oscilo-giratoria que permite una visión de 360° de la tubería. De forma complementaria, se puede incorporar al equipo una cámara trasera. El rango de aplicación de estos equipos está entre los 150mm hasta los 1500mm de diámetro.



Figura 2-5: Cámaras autopropulsadas

Recuperado de: Fuente propia

- Cámaras de poste (www.ditecnia.com.ec): son cámaras acopladas al borde de postes metálicos extensibles; los cuales se insertan dentro de los pozos de inspección y permiten visualizar el estado interior de las tuberías. Las cámaras de poste cuentan además con un sistema de iluminación LED, una pantalla para

visualizar el avance de la inspección y baterías recargables. La ventaja principal de estos equipos radica en que permiten localizar de manera rápida problemas notables dentro de la tubería a un costo relativamente bajo, lo cual resulta conveniente cuando se requiere un diagnóstico inicial de las tuberías. Este equipo es recomendable para inspeccionar conducciones que estén en el rango de los 150mm a los 1500mm de diámetro y dependiendo del sistema de iluminación, se puede alcanzar a visualizar de 40 a 180m de tubería.



Figura 2-6: Cámara de poste

Recuperado de: Archivo EPMAPS

Actualmente la inspección directa de colectores ha incorporado equipos de inspección televisiva como cámaras de recorrido a pie; la cual cuenta con una cámara con zoom, equipo de iluminación uniforme con halógenos de alto rendimiento, enfoque automático y manual, 350m de cable de fibra óptica con cubierta kevlar, batería, unidad de control, audífono, micrófono y señal de video NTSC.

Mientras se realiza la inspección y a través del cable de fibra óptica, el inspector que se encuentra dentro del colector está en constante comunicación con el vehículo de inspección; en el cual las imágenes son transmitidas y documentadas. Entre las ventajas que presenta este equipo tenemos: posibilidad de inspeccionar redes de colectores desde los 1000mm hasta los 4000mm de diámetro, mayor seguridad al personal que realiza la inspección y empleo de un software de inspección para la adecuada documentación y aplicación de normas.



Figura 2-7: Cámara Goliath

Goliath. Recuperado de: <http://www.gullyver.de/en/node/203/album>



Figura 2-8: Inspección en colectores con la cámara Goliath

EPMAPS aplica tecnología de punta para inspección de colectores de drenaje profundo. Recuperado de <http://www.aguaquito.gob.ec/noticias>

La inspección televisiva ofrece la posibilidad de examinar redes en un rango de 150mm hasta 4000mm, intervalo en el cual se encuentra la mayor parte de tuberías y colectores empleados para alcantarillado (WRc, 2001).

Para efectos de procesamiento de la información obtenida a través de este método, se han establecido a nivel mundial varias normas de inspección con su respectivo catálogo de daños, entre las normas existentes se encuentran:

- Norma PACP (Pipeline Assessment Certification Program), desarrollada por la NAASCO y WRC.
- Norma EN 13508: Norma Europea para las Condiciones de los Sistemas de Desagüe y de Alcantarillado en el exterior de los edificios. De esta norma y para fines de este estudio se debe considerar principalmente la Parte 2, referente al Sistema de Codificación de Inspecciones Visuales.

A partir de las normas anteriormente señaladas, existen varias versiones adaptadas a la situación de cada país, así por ejemplo existe la versión nórdica, asiática y australiana de la norma EN 13508.

Los resultados obtenidos son presentados a través de un formato o protocolo de inspección en el cual se detallan las características de la tubería, dirección de la inspección, tipo de superficie, defectos encontrados con su respectiva abscisa, se pueden incluir además fotografías o diagramas del lugar de inspección. Adicionalmente se cuenta con las grabaciones en formato digital en caso de que existan discrepancias con los reportes de inspección o de que se requiera un segundo criterio sobre los desperfectos hallados. A fin de evitar errores en la interpretación de los resultados, es importante capacitar al personal respecto a la codificación y los diferentes grados de severidad que pueden encontrarse.

Para la elaboración de informes, se ha desarrollado software especializado en base a las normas vigentes. Ejemplo de esto es el software WINCAN, el cual permite recopilar la información, crear una base de datos de las observaciones y emitir informes gráficos de las inspecciones. Una de las ventajas de este software es su compatibilidad con sistemas de información geográfica. Este software fue la herramienta empleada para elaborar los informes de inspección televisiva del área de estudio.

Para conseguir mayor calidad en las inspecciones televisivas, es conveniente tomar en cuenta las siguientes observaciones:

- Realizar una prelimpieza, removiendo los escombros que puedan encontrarse, de manera que quede expuesta la mayor sección posible de tubería.

- Una adecuada ventilación y flujo del aire previenen la presencia de vapores, los cuales pueden causar una mala calidad en las imágenes.

2.1.2.2 *Investigación hidráulica*

La investigación hidráulica de la red de alcantarillado permite determinar el desempeño de los componentes y su capacidad para satisfacer las necesidades actuales o futuras, lo cual determinará a su vez la evaluación de las alternativas que pueden ser empleadas para alcanzar dicho propósito (ASCE et al., 2009).

Con el fin de simular el funcionamiento hidráulico de la red de alcantarillado se emplea un modelo digital en el que se representan los elementos y características de la red, tanto a lo referente a calidad como a cantidad de flujo.

La información requerida para este tipo de investigación viene dada por el software en el que se realizará la modelación hidráulica, pero de forma general se deberá conocer las dimensiones, geometría, materiales, cotas, usos de suelo, áreas permeables e impermeables y disposición de cada uno de los elementos que conforman la red, así como también los datos hidrológicos del área de estudio; tanto para las precipitaciones como en la generación de aguas residuales.

2.1.3 *Elaboración de soluciones*

Tener claramente definidos los objetivos de la rehabilitación; sea de tipo estructural o hidráulica, es el primer paso en la selección del método a emplearse. Para esto se debe contar con toda la información y tener claramente definidas cuáles son las causas asociadas a los problemas que se han detectado.

En la actualidad existe una amplia variedad de técnicas de rehabilitación dentro del mercado, por lo cual es importante establecer una serie de parámetros de control que permitan elegir la técnica apropiada. Entre las características a ser tomadas en cuenta para la evaluación de alternativas se pueden citar:

- Costo: se debe priorizar las necesidades del sistema de manera que los fondos disponibles puedan ser usados de manera eficiente. Para esto, los datos obtenidos en la fase de estudio deberán ser analizados detenidamente para determinar qué componentes son los que requieren atención inmediata. En esta etapa es necesario

considerar que un plan de reparación, renovación o reemplazo implica el aumento de las inversiones.

- **Impacto social del plan de rehabilitación:** es evidente que toda obra de rehabilitación va a causar impacto en el medio circundante, por lo tanto se debe evaluar qué alternativas ocasionarían el menor trastorno. Los métodos sin zanja presentan en este sentido una mayor ventaja frente a los métodos convencionales. Por ejemplo, en zonas urbanas consolidadas los métodos sin zanja constituyen una de las primeras opciones a considerar debido a su poca influencia sobre el tráfico o en el reemplazo de la superficie de rodadura de las vías intervenidas; problema que resulta mínimo en zonas urbanas de baja consolidación o zonas rurales no urbanizadas.
- **Confiabilidad del sistema:** implica el conocimiento del desempeño de la técnica en la realización de trabajos similares al que se va a ejecutar y los resultados a largo plazo. La comprobación de la calidad de los productos empleados y coincidencia del proceso con normas técnicas aseguran la calidad del producto final.
- **Tiempos de ejecución de obra:** en la mayoría de ocasiones el tiempo es un factor determinante, por las condiciones del sitio, manejo de las aguas residuales durante la ejecución de los trabajos, restablecimiento de las conexiones y las vías intervenidas.
- **Limitantes de las técnicas:** cada uno de los trabajos a ejecutarse presenta condiciones particulares como cantidad de conexiones domiciliarias, forma de acoplamiento, condiciones de suelo, profundidad a la que está colocada la tubería, entre otros. A fin de elegir la técnica apropiada, cada una de las características del sitio debe ser evaluada para determinar si es compatible con la metodología propuesta.

2.2 Sistemas de rehabilitación de tuberías y pozos

De manera general, los sistemas de rehabilitación en el campo de alcantarillado se diferencian unos de otros por la forma en la cual se ejecutan los trabajos, ya sea a través de la apertura o no de zanjas en la superficie.

A continuación se describirán los principales métodos considerados para este proyecto, los cuales han sido elegidos debido a su amplia aplicación a nivel regional y a la posibilidad de contratar dichos servicios a nivel nacional; lo cual influye directamente sobre los costos del programa aplicado.

2.2.1 Sistema de rehabilitación de tuberías

Como ya se explicó anteriormente, los sistemas de rehabilitación pueden clasificarse dentro de tres categorías: reparación, renovación y reemplazo. Dentro de la rehabilitación de tuberías, la Tabla 2-1 muestra la clasificación de los procesos empleados:

| Reparación | Renovación | Reemplazo |
|-------------------|-------------------------|------------------------|
| Restauración | Recubrimiento por capas | Método a zanja abierta |
| Inyección | Revestimiento | Métodos semi abiertos |
| Sellado | | Métodos sin zanja |

Tabla 2-1: Clasificación por grupo de los procesos para rehabilitación de tuberías

Recuperado de: Stein D., 2001:305

Dentro de los procesos de renovación-revestimiento se ha elegido la técnica de la tubería curada en sitio (CIPP); misma que ha sido aplicada en programas de rehabilitación en Quito y Guayaquil, mientras que para los procesos de reemplazo se ha elegido el método a zanja abierta y dentro de los métodos sin zanja se consideró el proceso Pipe Bursting.

2.2.1.1 CIPP

CIPP (Cured In Place Pipe) es una técnica de renovación de tuberías sin zanja, que radica en aplicar un revestimiento estructural a lo largo de un tramo de tubería. La técnica fue desarrollada por Eric Wood en Londres en el año de 1971, las patentes se obtuvieron en 1977 y hasta 1994 fue comercializada únicamente por Insituform Technologies (www.insituform.com).

Existen varios métodos de instalación aplicables a esta tecnología, pero los principales son a través de un proceso de inversión o a través de un proceso de halado; los cuales están regulados a través de las normas americanas ASTM F1216 y F1743 respectivamente.



Figura 2-9: CIPP por halado

WASA adds no-dig pipe replacement to arsenal. Recuperado de: <http://www.thecitizen.com>

Descripción de la metodología

Esta tecnología consiste en aplicar una felpa poliéster continua de un espesor determinado a manera de revestimiento dentro de la tubería existente. La manga flexible que se inserta dentro del tubo es previamente saturada por una resina termoestable que permite fijar el revestimiento a la tubería matriz. Los métodos por los cuales se puede curar la resina son variados y entre ellos se puede contar con agua caliente, vapor o aplicación de rayos ultravioleta. El equipo básico que se emplea para esta metodología se muestra en la Figura 2-10.

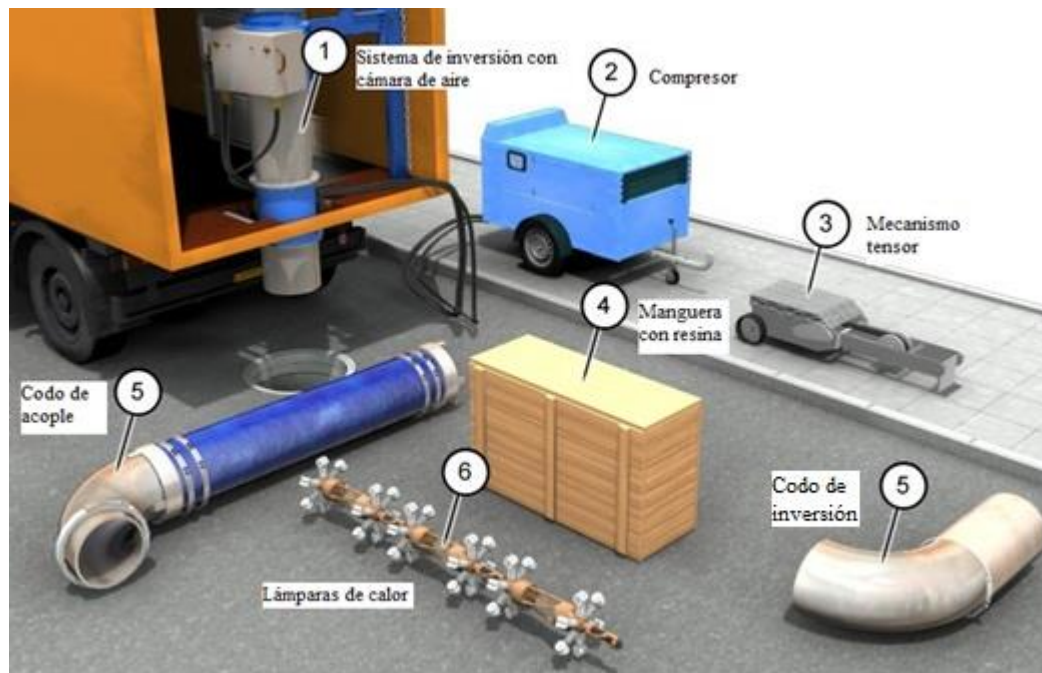


Figura 2-10: Equipo básico para CIPP con curado UV

Equipment for lining with cured-in-place pipes. 16 de junio de 2006. Recuperado de:
<http://www.unitracc.com/>

Las resinas que se usan en el material de revestimiento son generalmente seleccionadas en base a la naturaleza de la tubería matriz (gravedad o presión) y del agua residual que circula por la alcantarilla (doméstica o industrial). Las resinas que se usan incluyen el poliéster, éster vinil epóxico y epóxicos con endurecedor. Las resinas de poliéster isoftálico son usadas para sistemas de alcantarillado y de aguas lluvias, mientras que las resinas de éster vinil epóxico y resinas epóxicas se usan mayoritariamente para tuberías de presión o en aplicaciones industriales cuyos efluentes son más tóxicos (Inliner Technologies).

- Trabajos preliminares

Para la aplicación de esta técnica, en primer lugar debe analizarse la condición de la tubería matriz a través de inspección televisiva; mediante la cual se podrá reconocer la condición estructural de la tubería, material, dimensiones internas, puntos de infiltración, localización y condición de las conexiones en la tubería, longitud y dimensiones de pozos. También se deberá analizar el entorno de las tuberías, lo que incluye el suelo circundante,

posible ubicación de los pozos de entrada y salida, construcciones adyacentes, entre otros (Lanzo Lining Services, 2010).

Posteriormente se realizará la preparación de la tubería matriz, misma que incluye actividades de limpieza como remoción de escombros, sedimentos, raíces e incrustaciones alojadas en las paredes, ajustar al diámetro de la tubería las conexiones penetrantes, realizar las reparaciones puntuales en cuanto se refiere a la alineación de juntas y desviar el caudal circundante hacia otro ramal de tuberías o desalojarlo mediante bombas en caso de ser necesario.

- Impregnación

Para la preparación de la manga de revestimiento se requiere conocer de manera exacta la geometría de la tubería a ser renovada, en especial cuando se tienen formas poco comunes. Una vez que se ha configurado la manga, ésta pasa a ser saturada al vacío con la resina que se ha elegido para el proyecto. La Figura 2-11 muestra el proceso de aplicación de la resina

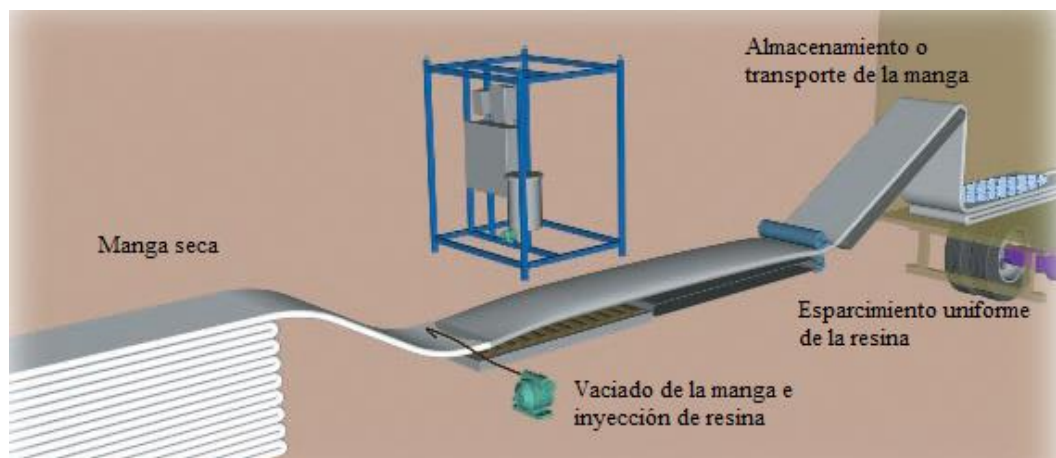


Figura 2-11: Impregnación de resina para CIPP

Recuperado de: Inliner Technologies página 2.4

- Instalación

a.- Instalación por inversión (Figura 2-12): para este proceso, la manga impregnada con resina es conectada a un codo con uno de sus extremos volteado. A través de una torre de inversión, la manga va insertándose en la tubería por la presión estática que genera el agua o aire; a la vez que se voltea en toda su longitud de avance. A medida que la

operación avanza, la manga se expande y ajusta estrechamente contra la tubería desde el pozo de entrada hasta el de salida.



Figura 2-12: CIPP por inversión

Renovation of sewer section consisting of a concrete pipe. 24 de noviembre de 2003. Recuperado de <http://www.unitracc.com>

b.- Instalación por halado (Figura 2-13): una vez que la manga ha sido impregnada con resina, se conecta uno de sus extremos a un mecanismo tensor que permite halar la manga a través de la tubería a ser renovada. Adicionalmente se requiere de una manguera conectada a un codo e invertida en uno de sus extremos; esta manguera avanza dentro del recubrimiento llenándola con aire o agua lo cual posteriormente se empleará para el curado de la tubería. Se debe tener precaución en no exceder los límites de tensión de los materiales de la manga de revestimiento.



Figura 2-13: CIPP por halado

Recuperado de: Inliner Technologies página 2.4

- Curado

Una vez que el revestimiento ha sido insertado dentro de la tubería a renovar; sea por el proceso de halado o de inversión, se procede a realizar el curado a través de aire, agua o rayos UV que permiten curar el conjunto felpa-resina; esto se logra a través de un incremento de la gradiente de temperatura al interior del revestimiento. Una vez realizado este proceso se debe enfriar la tubería, extrayendo el vapor o agua que circula dentro de ella y reemplazándolo por agua fría. La temperatura a la cual se realiza el curado y enfriamiento depende de la resina empleada, el espesor del revestimiento, características del suelo circundante y las condiciones de la tubería matriz (Lanzo Lining Services, 2010).

Sin importar el método de instalación que se emplee, se debe verificar el rango de presiones que puede soportar la manga de revestimiento, de manera que no se produzcan daños cuando se inserta el aire o agua para curado (ASTM F1216 y ASTM F1743).

- Trabajos finales

Como último paso en este proceso, se debe reinstalar las conexiones laterales y conexiones domiciliarias, lo cual se puede realizar a través de un equipo fresador y cámaras de inspección televisiva o de forma manual en el caso de las tuberías de mayor diámetro. Con el fin de comprobar la calidad de los trabajos realizados, se deberá realizar una inspección televisiva final y pruebas de laboratorio de muestras tomadas de la tubería curada o probetas preparadas.

Rangos de aplicación

Dependiendo de la metodología de instalación, la tecnología CIPP puede aplicarse en los siguientes rangos:

- CIPP por inversión: diámetros entre 4 y 108 in (100 y 2744mm) (ASTM F1216)
- CIPP por halado: diámetros entre 4 y 96 in (100 y 2440mm) (ASTM F1743)

Las longitudes que se pueden alcanzar aplicando cualquiera de los métodos será función del diámetro de la tubería a renovar.

Materiales

Los principales materiales empleados para el CIPP son las mangas de revestimiento y las resinas de impregnación, mismas que deberán cumplir los parámetros especificados en la norma ASTM D5813.

a.- Mangas: las mangas empleadas para CIPP son un conjunto de fibras tejidas o no tejidas de fieltro, capaces de resistir las presiones y temperaturas de curado; las cuales se superponen unas a otras hasta que se alcanza el espesor requerido. La manga más comúnmente empleada para CIPP consiste en un conjunto de fibras sintéticas cosidas a un fieltro denso, que puede estar hecho de poliéster, polietileno o polipropileno. Las fibras empleadas se caracterizan por tener una geometría y longitud definidas.

La capa externa de las mangas está hecha de un material plástico impermeable resistente a altas temperaturas (polietileno o poliuretano), el cual puede ser adherido al fieltro a través de componentes químicos o térmicos.

La manga debe tener resistencia química, flexibilidad y ser capaz de ajustarse de manera estrecha a la forma de la tubería matriz con una longitud continua entre los pozos de entrada y salida, de manera que no se presenten juntas a lo largo del tramo rehabilitado.

b.- Resina: la resina empleada para el recubrimiento de la manga es uno de los factores determinantes al momento de evaluar el desempeño de esta metodología a corto y largo plazo. Las propiedades que se consideran a corto plazo son la resistencia a flexión, tensión y compresión. La Tabla 2-2 muestra las propiedades que deberá tener el revestimiento CIPP una vez que se haya realizado el curado.

| Propiedad | Norma de ensayo | Valor mínimo |
|---------------------------------|-----------------|--------------|
| Módulo de elasticidad a flexión | ASTM D790 | 250000 psi |
| Esfuerzo a flexión | ASTM D790 | 4500 psi |
| Esfuerzo a tensión | ASTM D790 | 2500 psi |

Tabla 2-2: Propiedades estructurales para CIPP

Recuperado de: ASTM D5813. 2004:3

A largo plazo se deberá considerar la resistencia química, la deformación por flujo plástico y la resistencia a la corrosión.

Las resinas típicas empleadas para CIPP son las resinas epóxicas, de poliéster y de éster vinil epóxico

Diseño CIPP

El diseño del revestimiento CIPP se basa en la condición y posterior clasificación de la tubería a ser renovada (Lanzo Lining Services, 2010). Los parámetros de clasificación pueden ser obtenidos mediante inspección televisiva o inspección directa.

De acuerdo a la información obtenida, las tuberías pueden ser clasificadas como parcial o completamente deterioradas.

a.- Tuberías parcialmente deterioradas: una tubería recibe esta clasificación cuando presenta grietas, fugas, juntas desplazadas (longitudinal o radialmente) o corrosión, pero no presenta secciones faltantes o colapsadas. Un diseño de CIPP bajo este criterio asume que la tubería matriz puede soportar la presión de suelo y la presión hidrostática, mientras que el revestimiento CIPP soporta las fuerzas hidrostáticas adicionales.

b.- Tuberías completamente deterioradas: esta condición se presenta cuando la tubería matriz no es capaz de soportar las cargas vivas, hidrostáticas o del suelo circundante, ni actualmente ni durante el período por el cual se extenderá la vida útil de la tubería rehabilitada, por lo cual el revestimiento CIPP será el elemento que soporte todas estas cargas.

Una vez establecidas las condiciones que presenta la tubería matriz, se procederá a realizar el diseño del revestimiento de acuerdo a lo indicado en el Apéndice X1 de la norma ASTM 1216, tanto si el proceso de instalación es por halado o inversión.

Ventajas

- Esta metodología puede ser aplicada en toda clase de tuberías, sean o no circulares.
- Mejora las condiciones de circulación de flujo. Aunque se disminuye el diámetro, una nueva superficie menos rugosa reduce las pérdidas de carga por fricción.
- Permite eliminar problemas de infiltración, exfiltración e intrusión de raíces en la tubería, que son principalmente asociados a la presencia de juntas no herméticas.

- Es una tecnología que tiene mínimo impacto, por cuanto reduce congestiones vehiculares, costos sociales generados por el trabajo y minimiza el impacto a la economía local.
- Reducción del espacio de trabajo proyectado en la superficie.
- Debido a la naturaleza flexible del revestimiento antes de ser curado, éste puede ajustarse a las curvas, grietas y defectos de la tubería matriz.
- Se aumenta la productividad del proceso, pues el tiempo de trabajo se reduce.

Desventajas

- Para la aplicación de la metodología, se requiere de actividades de limpieza y adecuación de la tubería matriz.
- El revestimiento es susceptible a presentar arrugas una vez realizado el proceso de curado, sobre todo cuando se presentan curvas o desviaciones en el trazado de la tubería.
- El método resulta poco eficiente cuando se tienen tramos con numerosas conexiones, debido a que el proceso de reapertura de las mismas puede resultar costoso y eventualmente necesita de excavaciones auxiliares.
- El curado de la resina puede resultar extenso cuando se trabaja en grandes longitudes de tubería, cuando el espesor del revestimiento aumenta y es también función del tipo de resina empleada.
- En caso de que se manipule de manera inadecuada la manga de revestimiento, la resina puede precipitarse y endurecerse al fondo de la misma.

2.2.1.2 Pipe Bursting

La técnica de pipe bursting es un método de reemplazo de tuberías que permite cambiar la tubería existente a través del desplazamiento de sus fragmentos alrededor del suelo circundante a la vez que la nueva tubería, de igual o mayor diámetro, es insertada dentro del vacío creado (Tracto Technik, 2003). Esta técnica fue desarrollada en Reino Unido por las compañías British Gas y DJ Ryan Engineering Company a finales de la década de 1970, en tanto que las patentes para la metodología y los equipos en varios países alrededor del mundo se obtuvieron entre 1980 y 1985.

Inicialmente esta técnica fue empleada únicamente para el reemplazo de tuberías de hierro fundido de pequeño diámetro usadas para la distribución de gas. A partir de los años 80, la aparición de máquinas impulsadas hidráulica y neumáticamente permitió la aplicación de la técnica en tuberías de mayor diámetro, con lo cual se ha podido reemplazar sistemas enteros de tubería de alcantarillado que presentan problemas de envejecimiento o subdimensionamiento (Read, 2004: 272).

Descripción de la metodología

El pipe bursting es una técnica que se usa para reemplazar tuberías bajo tierra con una mínima excavación. El fundamento del sistema es usar el espacio vacío ocupado anteriormente por la tubería en el suelo, de manera que se elimina la necesidad de excavar una nueva zanja. De forma general, el equipo de pipe bursting consta de: una cabeza de fragmentación, barras de tracción, un generador de energía y un dispositivo de retención (IPBA, 2012).

El sistema se basa en la introducción de un dispositivo que conforme avanza dentro de la tubería la fragmenta, a la vez que desplaza los restos hacia el suelo circundante permitiendo que la nueva tubería se aloje en el espacio creado. La parte posterior del dispositivo de fragmentación está unida a la tubería de reemplazo, mientras que la parte delantera se conecta a un mecanismo tensor.

La parte delantera del dispositivo de fragmentación suele ser de menor diámetro que el interior de la tubería defectuosa, lo cual permite una correcta alineación, mientras que la parte trasera es de mayor diámetro para que a su paso la tubería se fragmente. La configuración básica durante una operación de pipe bursting se muestra en la Figura 2-14.

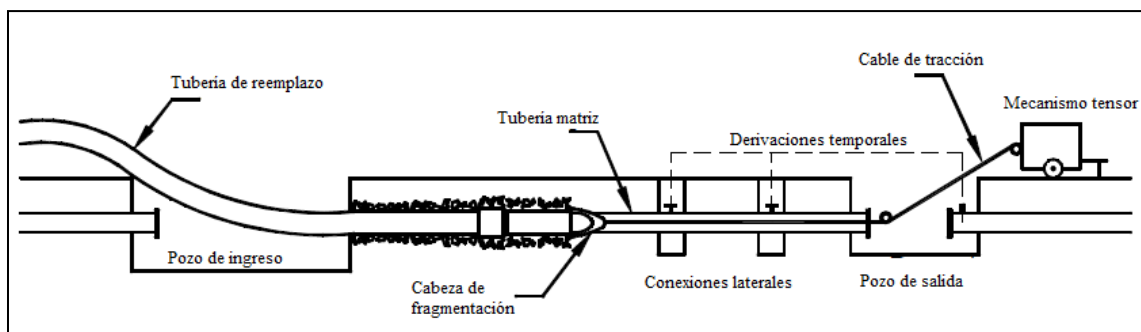


Figura 2-14: Esquema de operación del pipe bursting

Recuperado de: Simicevic, Sterling, 2001:2

Esta técnica resulta conveniente para el reemplazo de tuberías rígidas y frágiles, hechas de materiales como hormigón simple, hierro fundido, arcilla, asbesto cemento, etc. rodeadas de suelo capaz de ser compactado y desplazado. Pese a esto, también ha sido empleada en tuberías de material flexible como plástico (PVC, polietileno, poliestileno) y hierro dúctil, aunque presenta el inconveniente de que la tubería en lugar de fragmentarse se repliega alrededor de la tubería de reemplazo impidiendo el avance de la máquina, por lo cual es necesario dotar al equipo de dispositivos especiales de corte (Read, 2004).

Métodos de pipe bursting

Desde la aparición del método original accionado por máquinas neumáticas, el sistema de pipe bursting ha evolucionado, sobre todo en lo referente a las fuentes de transmisión de poder, al tipo de propulsión y al mecanismo de fractura que se emplea.

La selección del método a emplearse depende de las condiciones geotécnicas, configuración de la red existente, el aumento de diámetro que quiero lograrse, material de la tubería a instalarse, profundidad y perfil de la tubería instalada, evaluación de riesgos y experiencia del contratista.

De acuerdo al dispositivo de rotura que se emplea, los métodos de pipe bursting que existen son (Simicevic y Sterling, 2001:3):

a.- Pipe bursting neumático: es el método que más se usa para reemplazo de tuberías a presión y alcantarillas. El equipo consta de un martillo neumático accionado por un compresor y un mecanismo tensor (Figura 2-15).

El martillo neumático es el encargado de transmitir la energía de hincado en la tubería matriz y fracturarla continuamente con los impulsos del compresor, en tanto que el expansor desplaza los trozos fragmentados hacia el suelo circundante a la vez que agranda el vacío para situar la nueva tubería.

El mecanismo tensor tiene como función principal servir de guía dentro de la tubería matriz a fin de que la nueva tubería sea colocada en el nivel que se requiere. Adicionalmente puede ejercer cierta fuerza de halado sobre el martillo neumático.

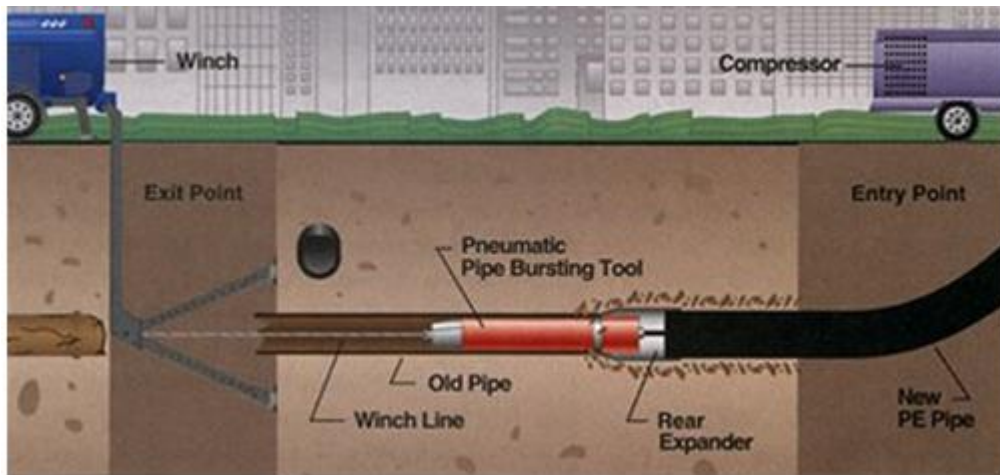


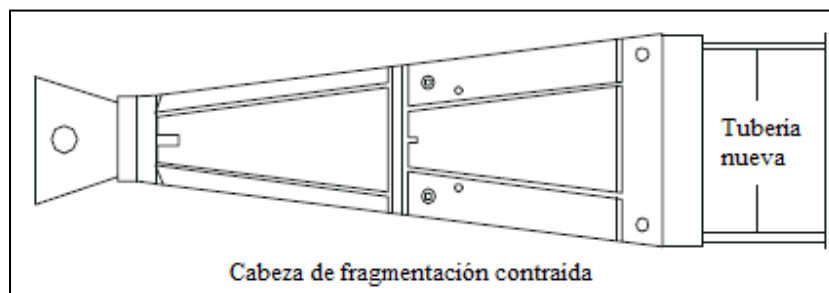
Figura 2-15: Esquema de pipe bursting neumático

The expanding world of pipe bursting: an inside look. Recuperado de:

http://www.tttechnologies.com/job_stories/general_job_stories/the_expanding_world.html

b.- Expansión hidráulica: este método se basa en un dispositivo de fragmentación de forma cónica (Figura 2-16), el cual es capaz de abrirse y cerrarse por la acción de una serie de pistones. A través de estos movimientos repetitivos de cierre y apertura, la tubería matriz es fragmentada a la vez que los restos son desplazados radialmente. La cabeza de fragmentación avanza a través de la tubería matriz por medio de un mecanismo tensor ubicado en el pozo de salida.

Este método funciona por ciclos, en los cuales se va fragmentando la tubería de acuerdo a la longitud de la cabeza de fragmentación.



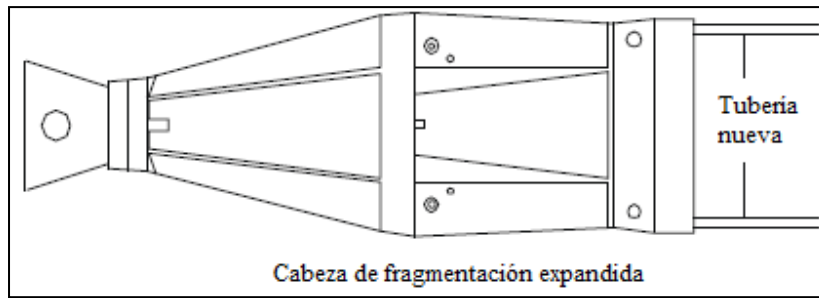


Figura 2-16: Cabeza de fragmentación para pipe bursting hidráulico

Recuperado de: Simicevic y Sterling, 2001:4

c.- Pipe bursting estático: este método cuenta con un dispositivo de fragmentación cónico que se mueve a través de la tubería matriz debido a la fuerza que ejerce un cable interconectado al mecanismo tensor que se ubica en el pozo de salida. La cabeza de fragmentación no cuenta con dispositivos móviles, sino que es un cuerpo sólido que aumenta gradualmente su tamaño. La fuerza tensora horizontal se transfiere en forma de fuerza radial a medida que avanza y fractura la tubería (Figura 2-17).



Figura 2-17: Pipe bursting estático

Recuperado de Tracto Technik, 2003:5

Rangos de aplicación

El pipe bursting puede ser aplicado en un amplio rango de diámetros de tubería, que va desde 50mm hasta 900mm. Esta técnica puede llevarse a cabo en longitudes de 100 a 120m, que es la distancia típica que existe entre pozos de inspección (Simicevic y Sterling, 2001).

De acuerdo a la capacidad del equipo que se dispone actualmente en la EPMAPS, esta metodología puede ser aplicada para realizar el reemplazo de tuberías de 150, 160 y 200mm.

Movimiento de tierras y condición de suelo

Aunque esta técnica no implica un sustancial movimiento de tierras, este factor debe ser considerado para estimar el desplazamiento que puede darse cuando se realiza la operación de pipe bursting y su influencia sobre las estructuras adyacentes y las condiciones de la vía. Esta situación se presenta especialmente cuando se tiene un amplio rango de variación en los diámetros de tuberías o cuando las tuberías están ubicadas a escasa profundidad.

El movimiento de tierra generado por un reemplazo de tubería empleando pipe bursting se caracteriza por una expansión radial alrededor del dispositivo de fragmentación, seguido del acoplamiento y ajuste de las partículas de suelo alrededor de la nueva tubería. La magnitud y extensión de dichos desplazamientos depende principalmente de las características del suelo circundante (grado de saturación, grado de compactación, cohesividad, etc.), profundidad a la cual se coloca la tubería (mientras mayor es la profundidad, se tendrá menor influencia sobre la superficie) y el volumen de suelo a ser desplazado (determinado por el aumento de diámetro en la tubería) (Read, 2004).

En el caso de las tuberías dispuestas a escasa profundidad, el desplazamiento del suelo suele ser hacia arriba, por lo que se requiere mayor estudio de la afectación que puede darse a las instalaciones de otros servicios.

Dependiendo del tipo de suelo que rodea la tubería, el alcance de la operación de reemplazo puede verse afectado. La Tabla 2-3 muestra diferentes tipos de suelo que se

pueden encontrar y el desempeño de las máquinas de pipe bursting hidráulico y neumático cuando operan en ellos.

| Suelo circundante a la tubería | Equipo de pipe bursting empleado | |
|---|--|--|
| | Equipo hidráulico | Equipo neumático |
| Roca | Aplicable Solo cambio por igual diámetro | Aplicable Solo cambio por igual diámetro |
| Arcilla dura | Aplicable Para cambio por igual o mayor diámetro | Aplicable Para cambio por igual o mayor diámetro |
| Arcilla firme | Aplicable Para cambio por igual o mayor diámetro | Aplicable Para cambio por igual o mayor diámetro |
| Arcilla suave | Aplicable Para cambio por igual o mayor diámetro | Aplicable Para cambio por igual o mayor diámetro |
| Arena húmeda | No aplicable Las máquinas tienen un pobre desempeño en estos suelos | Aplicable Para cambio por igual o mayor diámetro |
| Arena seca | Limitado La operación de la máquina puede estar restringida por el ingreso del suelo a la máquina | Aplicable La capacidad para colocar tuberías de mayor diámetro puede verse limitada cuando existen depósitos bien gradados. |
| Grava húmeda | No aplicable Las máquinas tienen un pobre desempeño en estos suelos. | Aplicable La presencia de canto rodado puede restringir la operación. |
| Grava seca | Aplicable La operación puede verse limitada en depósitos bien gradados o donde existan boleos. | Aplicable La presencia de boleos puede restringir la ejecución de los trabajos. |

Tabla 2-3: Desempeño de equipos de pipe bursting según la condición del suelo

Recuperado de: Read, 2004: 275

Como se puede observar, los suelos cohesivos ofrecen las mejores condiciones de trabajo para los equipos de pipe bursting, además que en ellos se puede lograr mayores aumentos de diámetro en caso de ser requerido.

En contraste, los suelos arenosos ofrecen las condiciones más complicadas para esta técnica, pues su escasa cohesión impide que el vacío creado durante el proceso de

fragmentación se mantenga durante la instalación de la nueva tubería, sometiendo además a la tubería a fuerzas de fricción adicionales. La gradación de los suelos arenosos también es un factor a considerar, pues las arenas mal gradadas y con alto contenido de humedad permiten el desplazamiento de las partículas hacia los vacíos creando el espacio suficiente, en tanto que el agua actúa como lubricante para el paso de la nueva tubería. Así también, las arenas bien gradadas y secas ofrecen muy poco movimiento de las partículas; lo cual hace de esta una de las peores condiciones para trabajar con pipe bursting (Read, 2004).

Otras características del suelo que impiden la operación de la técnica es la presencia de nivel freático, suelos expansivos, suelos densamente compactados o rellenos. Estas características hacen que aumente la fuerza para fragmentar la tubería, halar la tubería de reemplazo e incrementa la zona de influencia de los desplazamientos generados (Simicevic y Sterling, 2001).

Materiales para pipe bursting

Tubería existente a ser reemplazada (Rameil, 2007; Simicevic y Sterling, 2001):

a.- Tubería de arcilla vitrificada: es uno de los materiales más antiguos que se han usado para tuberías de alcantarillado. Debido a su naturaleza frágil, estas tuberías son susceptibles a presentar los siguientes tipos de fallas: fisuras, deficiencias en conexiones laterales, rotura por raíces, deformaciones, bloqueos por escombros, entre otros. Este tipo de tubería se ha empleado escasamente en la ciudad de Quito.

b.- Tuberías de hormigón simple y hormigón armado: se clasifican como tuberías frágiles y rígidas, por lo cual presentan los mismos tipos de fallas que las tuberías de arcilla, además de la corrosión. Este tipo de tubería puede ser fragmentada a través de equipos de pipebursting hidráulico o neumático, a excepción de las tuberías de hormigón preesforzado; que no son adecuadas para reemplazo por esta técnica. En el caso de las tuberías de hormigón armado, el refuerzo debe tener cierto grado de deterioro para que la técnica sea aplicable. Este tipo de tuberías son las que han sido empleadas mayoritariamente en las redes de alcantarillado de la ciudad de Quito.

c.- Tuberías plásticas (polietileno, PVC, polipropileno): al pertenecer al grupo de tuberías flexibles, los tipos de falla que se presentan se deben principalmente a

deformaciones por cargas excesivas, mal dimensionamiento, mala instalación o mala conexión de juntas. También se puede presentar intrusión de raíces a través de las juntas. Las tuberías plásticas han tenido amplia aplicación en los últimos años para reparación o instalación de las redes de alcantarillado en Quito.

d.- Tuberías de asbesto cemento: presentan la ventaja de que tienen bajo peso y tienen satisfactoria resistencia a la corrosión. Aunque han sido usadas para conducción de aguas residuales, estas tuberías tuvieron su uso más común en el campo del agua potable.

e.- Tuberías de hierro fundido: son tuberías frágiles que generalmente se fragmentan en trozos angulares. Este tipo de tubería no es muy común en la red pública, sino en las conexiones domiciliarias y principalmente en conducción de agua potable.

Entre los materiales que no son apropiados para la aplicación de esta técnica se encuentran el hierro dúctil y el acero, debido a la resistencia del material y a su capacidad de absorber deformaciones.

Tuberías de reemplazo (IPBA, 2012):

Dado que las tuberías de reemplazo no son colocadas sobre una superficie preparada como es en el caso de las tuberías nuevas es importante considerar la calidad y los materiales que se seleccionan para las tuberías de reemplazo usadas en pipe bursting, las cuales son haladas a través de suelos rocosos, escombros de construcción y los fragmentos de la tubería precedente. Es por esto que las tuberías de reemplazo y sus juntas deben cumplir al menos con las siguientes condiciones:

- Tener alta resistencia a las fuerzas de tensión y corte, además de las fuerzas de fricción generadas por el proceso de pipebursting.
- Resistencia a cargas puntuales generadas por los fragmentos de la tubería anterior.

Los materiales más comunes que se usan para las tuberías de reemplazo son (Rameil, 2007):

a.- Polietileno: este tipo de tubería presenta un excelente desempeño hidráulico y una muy buena resistencia frente a las aguas residuales y suelos contaminados.

b.- Polipropileno: las tuberías de polipropileno son actualmente el material de mayor uso en aplicaciones de pipe bursting, debido a las excelentes propiedades físicas y mecánicas que presenta.

c.- Plástico reforzado con fibra de vidrio (P.R.F.V.): debido a las propiedades de sus componentes, estas tuberías presentan excelente estabilidad dimensional, estructural y resistencia al ataque de ácidos.

d.- PVC: la principal ventaja de este material es su resistencia al impacto y su flexibilidad.

Adicionalmente a los materiales antes mencionados, también se puede emplear tuberías de acero y hierro dúctil, arcilla vitrificada, hormigón simple y polimerizado.

Ventajas

- Aumento de la sección hidráulica para tuberías subdimensionadas.
- Permite la instalación de tuberías de producción industrial, que en caso de ejecutar reemplazo con zanja abierta se verían afectadas en su condición estructural, por ejemplo las tuberías que se producen en rollo pueden sufrir excesivas deflexiones durante el proceso de instalación a zanja abierta.
- Considerable reducción en costos de excavación y posterior rehabilitación de las vías intervenidas.
- Se reduce la obstrucción del tráfico, contaminación sonora o por polvo, reducción del tiempo de ejecución de trabajos y de costos indirectos.
- Resulta idónea cuando la tubería presenta deterioro estructural.
- Se reducen los riesgos en la ejecución de las obras respecto a la ejecución con zanja abierta.
- No se requiere ejecutar trabajos de limpieza y acondicionamiento de la tubería existente previo a la aplicación de la técnica.
- Puede aplicarse en cualquier tubería independientemente de cuál sea su espesor de pared, aunque es posible que se requiera acoplar accesorios que brinden mayor potencia al momento de fragmentar la tubería.

- La pendiente a la cual se encuentra ubicada la tubería matriz no es un impedimento para la aplicación de la técnica.

Desventajas

Pese a las obvias ventajas en el campo de impacto ambiental y de reducción de costos, la técnica del pipebursting presenta las siguientes desventajas:

- El rango de aplicación se encuentra limitado a tuberías circulares.
- La pendiente de la tubería existente debe ser apta para colocar la nueva tubería, puesto que a través de este método no se pueden corregir problemas como pendiente insuficiente.
- El suelo circundante debe ser compresible, de manera que pueda desplazarse cuando se requiera un aumento del diámetro de la tubería.
- La presencia de hormigón alrededor de la tubería o de las conexiones impide el proceso de reemplazo.
- Las conexiones domiciliarias deben ser reinstaladas a través de pequeñas excavaciones o pozos laterales, que permitan un adecuado acoplamiento a la tubería reemplazada.
- Para el caso de los pozos de inspección que existen en el país, las dimensiones internas de muchos de ellos resultan insuficientes para la instalación de los equipos de tracción que se emplean en este método. Por tal motivo, se requerirían excavaciones auxiliares para colocar dichos equipos.

2.2.1.3 Rehabilitación a zanja abierta

La rehabilitación a zanja abierta es el método tradicional a través del cual se puede reparar o reemplazar tuberías. Consiste en la rehabilitación por medio de la apertura de una zanja que permita acceder desde la superficie al nivel en el cual se localiza la tubería a ser intervenida. La Figura 2-18 muestra una operación típica de reemplazo de tubería.



Figura 2-18: Rehabilitación de tuberías con zanja abierta

Recuperado de: Archivo EPMAPS

Descripción de la metodología

El proceso empleado para la rehabilitación a zanja abierta inicia al identificar la localización del desperfecto en la tubería. Posteriormente se realizará la excavación de la zanja a lo largo del tramo a rehabilitar; para ello se deberán analizar las condiciones que presenta el suelo, de manera que se puedan tomar las precauciones en lo referente al ancho de zanja, profundidad máxima de excavación y obras auxiliares de sostenimiento de tierras y construcciones adyacentes. Si la excavación sobrepasa el nivel freático, se requiere considerar la colocación de bombas que succionen el agua. Debe además prestarse especial atención a la protección de los taludes.

Una vez que la tubería ha sido expuesta, se procede a suspender el flujo que circula por ella y se interviene sobre el tramo a rehabilitarse, retirando la tubería antigua. En caso de que se requiera intervenir sobre la cama de apoyo de la tubería, se empleará material que cumpla con las especificaciones de acuerdo al tipo de tubo a instalar y que posea la misma capacidad portante que se calculó para la instalación inicial de las tuberías. Para realizar el reemplazo de las tuberías, se debe prestar especial atención a la alineación y a realizar un correcto acople que asegure hermeticidad en las juntas. Mientras duren los trabajos, se debe manejar los caudales generados a través de un bypass accionado por bombas.

Una vez que la tubería ha sido rehabilitada, se procede a reinstalar las conexiones domiciliarias y laterales, de manera que el flujo pueda ser reanudado.

Comprobado el correcto funcionamiento del sistema de tuberías, se debe realizar el relleno y compactación de la zanja excavada y la reposición del material de la superficie intervenida.

Rangos de aplicación

Esta metodología es aplicable a todos los tipos y dimensiones de tubería. La única limitación que se presenta es respecto a la profundidad a la cual se encuentran enterradas las tuberías a rehabilitar debido al incremento de costos que experimenta la obra y a las condicionantes que impone el suelo circundante.

Ventajas

- Permite solucionar problemas de insuficiencia hidráulica.
- Es aplicable a todas las dimensiones y formas de tubería.
- No se requiere de maquinaria especializada.
- En el caso de que se vaya a realizar el reemplazo de tuberías, no se requieren actividades previas de limpieza y acondicionamiento.
- Las conexiones laterales y domiciliarias pueden ser reinstaladas a medida que el proceso avanza.
- Se tiene amplia experiencia en el país, lo cual confiere mayor seguridad en cuanto a los resultados que puedan obtenerse.
- Permite corregir la pendiente de las tuberías

Desventajas

- La apertura de zanjas tiene gran impacto social, por cuanto implica el cierre de vías y negocios, aumento en los niveles de ruido, polvo, vibración.
- Adicional al espacio que se emplea en la apertura de la zanja, se requiere espacio para disponer adecuadamente el material de excavación y relleno.
- Respecto a las tecnologías sin zanja, este método representa mayores riesgos tanto para los trabajadores como para la comunidad en general.

- Al abrir zanjas, se tiene un daño sustancial y un acortamiento en el tiempo de vida útil de la superficie de rodadura de la vía intervenida.
- Mayores tiempos de ejecución en comparación con los métodos de rehabilitación sin zanja.
- Hay riesgo de interferencia en servicios adyacentes, como luz, agua potable, líneas telefónicas y de internet.
- El progreso del trabajo se encuentra limitado a las condiciones climáticas que se presentan en la zona.
- Se requiere un sistema de bombeo que permita desviar el caudal que corre por los tramos de tubería a intervenir mientras se realicen los trabajos.

2.2.1.4 Rehabilitación operacional

Para la rehabilitación de redes de alcantarillado, no todos los trabajos resultan ser tan extensos como es el caso del reemplazo. Existen trabajos de mantenimiento que aseguran el correcto funcionamiento de la red; tal es el caso de la limpieza periódica que permite retirar sedimentos u obstrucciones que afectan el estado operativo de las tuberías y pozos.

2.2.2 Sistemas de rehabilitación de pozos

Los pozos de alcantarillado son estructuras generalmente de forma cilíndrica que permiten dar la adecuada ventilación y el mantenimiento e inspección de las redes de tuberías.

Los siguientes son los tipos de fallas que generalmente se pueden apreciar dentro de estas estructuras (Stein, 2001):

- Grietas en el marco, rejilla, cuerpo del pozo o en la tapa.
- Desgaste de la tapa y especialmente de la superficie de contacto entre la tapa y el cerco.
- Desviación de la posición de la tapa respecto a la parte superior del pozo.
- Desnivel entre la calzada y la tapa del pozo.

La causa más común para los dos últimos tipos de daños es la falla del mortero de unión entre el cerco y el cuello del pozo ante la acción de cargas dinámicas como lo es el paso de vehículos.



Figura 2-19: Falla típica en pozos de inspección de alcantarillado

Recuperado de: Fuente propia

A continuación se presentan los principales métodos empleados para la rehabilitación de pozos de alcantarillado, los cuales pueden ser ejecutados con la apertura o no de zanjas.

2.2.2.1 Recubrimiento de pozos con epoxi

Esta técnica de rehabilitación consiste en la aplicación monolítica y posterior curado de resinas epóxicas que permiten recuperar la integridad estructural de los elementos a ser tratados.



Figura 2-20: Recubrimiento de pozos con epóxicos

Recuperado de: Madero, 2010:15

El epoxi es un polímero termo endurecible formado por la reacción entre una resina de epóxico con un endurecedor de poliamina.

Descripción de la metodología

- Trabajos preliminares

El proceso de revestimiento con epoxi inicia al realizar la inspección de los componentes, misma que incluye limpieza, adecuación de la superficie y en el caso de que existan partes que no estén firmes o que hayan sufrido exposición química éstas deberán ser removidas hasta alcanzar superficies de concreto firmes.

Las superficies que van a recibir el revestimiento deberán estar limpias y erosionadas para producir una superficie de concreto con un perfil y porosidad adecuada para proporcionar una fuerza adhesiva entre el revestimiento y el sustrato. Para la limpieza se emplearán ráfagas de agua a presión, misma que deberá contener una solución diluida de cloro para evitar el crecimiento de bacterias. Posteriormente se rociará la superficie con una solución de ácido muriático para limpiar y abrir los poros del sustrato, a fin de que se logre la mayor cohesión entre las resinas y el hormigón. En caso de ser necesario, se deberá reconformar los andenes.

- Impregnación del revestimiento

De acuerdo a la superficie a tratar se elaborará la mezcla del recubrimiento en base a las proporciones indicadas por el fabricante. La mezcla epóxica puede ser aplicada a la superficie ya sea con espátula o a través de equipos de rociado (Figura 2-21). Y mediante capas sucesivas se obtendrá el espesor de recubrimiento necesario.

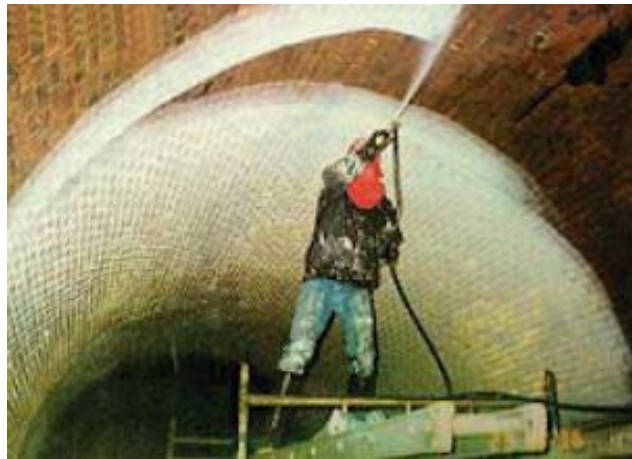


Figura 2-21: Impregnación de revestimiento epoxi por rociado

Recuperado de: Madero, 2010:4.

Un punto importante dentro de la rehabilitación de pozos de alcantarillado es el reemplazo de los estribos, los cuales son susceptibles a la corrosión severa y a su posterior rotura. Para esto, se deberá retirar los estribos que se encuentren en mal estado y reemplazarlos con unos nuevos que aseguren calidad en el material, forma y altura de paso permisible.

Para efectos del reemplazo, se emplearán métodos constructivos que aseguren la correcta fijación de los estribos a las paredes del pozo. Adicionalmente se los recubrirá con anticorrosivos a fin de prolongar la vida útil de estos componentes.

- Inspección final y pruebas de control de calidad

Durante el proceso de impregnación, se deberá revisar constantemente que en todas las secciones se cumpla con el espesor requerido, esta práctica se llevará a cabo a través de la norma ASTM D4414.

Una vez que la resina ha endurecido se deberá verificar el espesor final alcanzado, constatar la inexistencia de infiltraciones, grietas, agujeros, despegamientos y lugares sin cubrir en las paredes de los pozos. Adicionalmente se realizarán pruebas de flexión, compresión y despegamiento para plásticos rígidos, reforzados y no reforzados (normas ASTM D790, ASTM D695 y ASTM D638)

Rangos de aplicación

Esta técnica es aplicable a casi todas las formas y dimensiones de pozos que resulten accesibles al personal que realiza la aplicación, así también se aplica en cualquier tipo de material.

Ventajas

- A través de la aplicación de epóxicos es posible eliminar los problemas de infiltración que se dan en los pozos y tuberías inclusive.
- Permite aumentar la resistencia de la estructura al ataque severo de sulfatos, esto debido principalmente a que una vez que la resina está curada presenta una superficie no porosa e impermeable que impide el ingreso de bacterias a las paredes de los pozos.
- Aumenta la resistencia de los componentes a la corrosión y erosión.
- El curado de la resina puede ser efectuado aún con condiciones climáticas extremas como la baja temperatura y la alta humedad.
- Permite reducir los costos de mantenimiento.
- La resina impide la intromisión de raíces dentro de las paredes del pozo, lo cual puede ocasionalmente causar su colapso. También previene el crecimiento de algas.
- Debido al bajo coeficiente de fricción de las resinas curadas se reduce significativamente la acumulación de sedimentos en la base de los pozos.
- Reducción significativa de tiempo empleado para la ejecución de los trabajos debido al poco tiempo de curado que se requiere (menos de dos horas).
- Los epóxicos aplicados no contienen compuestos orgánicos volátiles, por lo cual su uso es recomendado en espacios confinados sin suponer un peligro para los trabajadores

Desventajas

- No aplicable a pozos cuyas dimensiones internas no sean fácilmente accesibles al aplicador.
- Se requiere desviar el flujo que corre por los pozos durante el tiempo que dure la impregnación y el curado de la resina.

2.2.2.2 Trabajos de rehabilitación

Nivelación de las tapas respecto a la calzada

Para la nivelación de las tapas de los pozos se distinguen dos variantes en el proceso, las cuales implican o no retirar la parte superior del pozo.

- Nivelación sin retiro del cerco

En el caso de que la nivelación se la realice sin retirar la parte superior de los pozos, es necesario emplear equipos mecánicos o hidráulicos que permitan recortar y aflojar una sección. Una vez que el cerco del pozo ha sido elevado, se procede a rellenar el espacio vacío que quedó, para lo cual se pueden emplear cuñas, hormigón polímero o morteros de alta resistencia. Un esquema de estas actividades se presenta en la Figura 2-22.



Figura 2-22: Elevación del cuello de un pozo sin remoción de los componentes

Recuperado de: Stein, 2001:309

Si por el contrario, lo que se desea es descender el nivel de la tapa se debe crear un espacio vacío; para lo cual se requiere de un equipo que permita cortar la sección sobrante. Cuando dicha sección ha sido retirada en todo el contorno de la tapa, se procede a asentar el cerco en la base firme que quedó bajo el corte (Figura 2-23).



Figura 2-23: Descenso del nivel de la tapa de un pozo

Height Leveling of the manhole tops without removal. Recuperado de: Unitracc Plataforma Virtual

- Nivelación con retiro del cerco

La nivelación de las tapas de pozos con retiro del cerco debe ser llevada a cabo cuando la capa de rodadura o la superficie adyacente a los pozos presenta grietas, deformaciones, asentamientos, entre otros.

Para realizar este proceso se debe retirar la cobertura adyacente a la tapa del pozo, el cerco, la tapa y en ocasiones también se debe incluir el cuello. Con este fin, se emplean máquinas hidráulicas que separan los componentes hasta la altura deseada (Figura 2-24), mientras que el terreno circundante es compactado y el espacio vacío se lo rellena con mampostería, mortero de cemento, anillos plásticos o elastoméricos y elevadores de nivel.

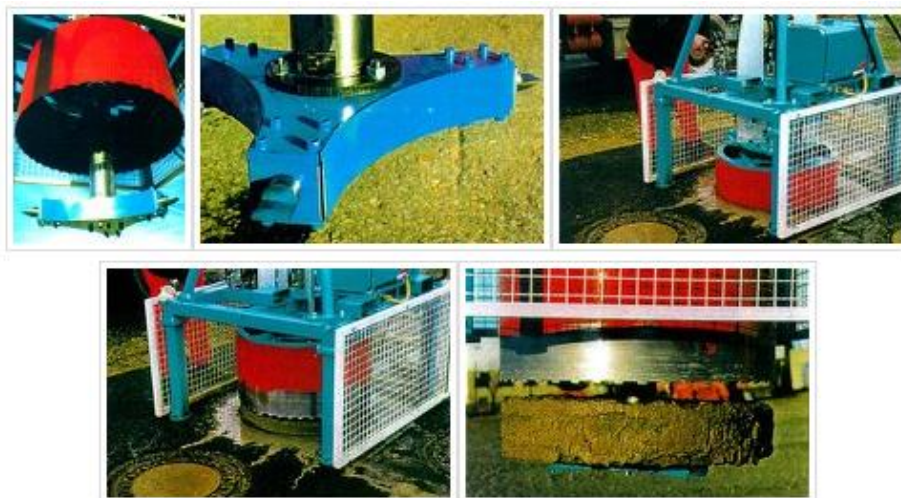


Figura 2-24: Elevación de pozos con retiro del cerco

Reparaciones puntuales

Los trabajos de reparaciones puntuales se refieren a las actividades ejecutadas sobre partes específicas que permiten recuperar la capacidad hidráulica y estructural de los pozos. Dentro de las deficiencias que se pueden corregir con las reparaciones puntuales se pueden citar:

- Corrosión parcial de las superficies.
- Falta de recubrimiento en el refuerzo estructural.
- Fugas e infiltraciones.
- Para pozos de mampostería o piedra, una falla común es la falta de piezas.

Antes de aplicar cualquier reparación puntual en pozos, es importante asegurar medidas que permitan mantener las condiciones de flujo en la red.

3 METODOLOGÍA

En este capítulo se detallan los principales pasos que se seguirán a fin de desarrollar el plan de rehabilitación para la cuenca en estudio.

3.1 Herramientas computacionales

Las herramientas computacionales que se han empleado tanto para la obtención de la información, así como para su posterior procesamiento son:

3.1.1 Sistema de Información Geográfica ArcGIS

ArcGIS es un sistema de información geográfica, a través del cual se manejan las bases de datos alfanuméricas y gráficas de la EPMAPS. Es una poderosa herramienta que permite catalogar, georeferenciar, modificar y analizar la información; ya sea en el campo de agua potable, alcantarillado o cartografía, y presentar los resultados de estas operaciones a través de mapas con variedad de capas temáticas que permiten realizar complejos análisis multicriterio.

3.1.2 Storm Water Management Model (SWMM 5)

SWMM 5 es un programa de modelación hidráulica desarrollado por la EPA (Environmental Protection Agency, de USA), que permite simular el comportamiento hidrológico-hidráulico de un sistema de drenaje urbano, tanto en términos de calidad como de cantidad del agua.

Entre los procesos hidrológicos considerados en SWMM para cuencas urbanas se destacan (Paredes, 2013):

- Variación temporal de las lluvias.
- Procesos de evaporación o acumulación de lluvia en la superficie.
- Derretimiento y acumulación de nieve.
- Almacenamiento de la lluvia en zonas bajas.
- Infiltración de la lluvia a capas no saturadas de suelo.
- Percolación del agua infiltrada hacia las capas de agua subterránea.
- Infiltración del agua subterránea al sistema de alcantarillado.

Pese a las ventajas que presenta el programa, es importante considerar también las siguientes limitaciones (ITA, 2011):

- No simula la propagación de contaminantes dentro del medio receptor ni en el flujo sub-superficial.
- No incorpora rutinas de cálculo de transporte y erosión de los sedimentos.
- No es una herramienta automática de diseño, pues no proporciona las secciones, pendientes y materiales óptimos para una conducción.
- No posee una conexión integrada con Sistemas de Información Geográfica.

3.2 Adquisición, análisis y procesamiento de información

3.2.1 Información catastral

Tener información veraz en base a la cual realizar los estudios tanto hidráulicos como estructurales es una de las necesidades fundamentales dentro de un plan de rehabilitación, es por esto que uno de los primeros estudios a realizar fue la recopilación de la información catastral, lo cual permitirá posteriormente validar la base de datos disponible.

Para la actualización de la información catastral se recolectaron los datos correspondientes a las dimensiones de pozos, tuberías, materiales, direcciones de flujo y estado de los componentes, a través de inspección visual directa.

En cuanto se refiere a las cotas de a nivel de calzada de los pozos, se emplearon equipos topográficos (estación total), referenciados al hito IGM ubicado en la Plaza Grande (García Moreno y Eugenio Espejo); cuyos datos se reportan en el Anexo 1.

3.2.2 Información hidrológica

Corresponde a la información de precipitaciones y flujo de aguas servidas durante la estación seca.

En cuanto se refiere a la precipitación en la subcuenca en estudio, se ha obtenido información cada 5 minutos de la estación Toctiuco. A través de la curva IDF planteada en (Zambrano y Escobar, 2013), se empleó el método de los bloques alternos a fin de obtener el hietograma de la precipitación.

En el método de los bloques alternos la ecuación de intensidad presenta la forma de la ecuación de Talbot:

$$I = \frac{A}{(B + t_d)^n}$$

De donde: A, B y n son parámetros de ajuste para cada estación, t_d es la duración del evento considerado e I es la intensidad de lluvia.

Una vez que se ha fijado el período de retorno, se procede a calcular las intensidades medias totales para cada intervalo de tiempo, se calculan las láminas totales y por intervalo con su respectiva intensidad.

Dado que la lluvia no es un evento que se presenta de manera súbita sino que se desarrolla de manera secuencial, se organizan los datos de tal manera que el mayor valor de intensidad se ubique en el centro del período total de duración de la precipitación.

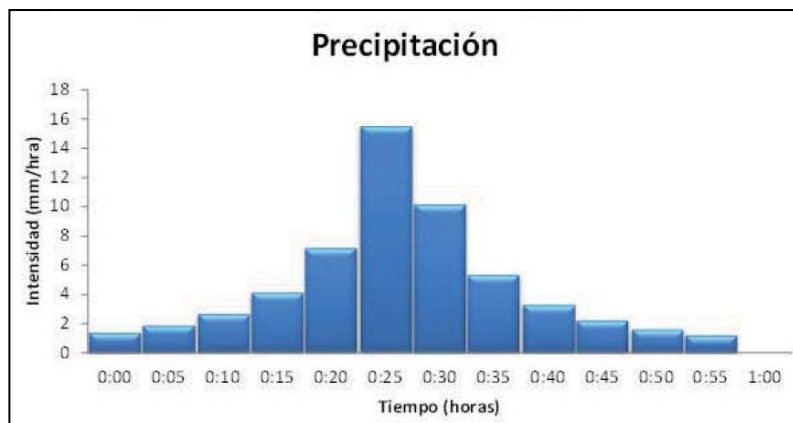


Figura 3-1: Hietograma por bloque alterno

Recuperado de: ITA, 2011

En lo referente al flujo de aguas servidas, se ha empleado la información correspondiente a las áreas de las cuencas de aporte, densidad poblacional de la zona y consumo medio de agua potable (Inclam & Wasser, 2013). Se ha considerado que las descargas son principalmente de tipo doméstico, por lo cual los aportes de aguas residuales de tipo industrial o comercial resultan despreciables.

El caudal de aguas residuales se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Qr = \frac{d_{neta} \times D \times A \times C}{86400}$$

De donde:

- Qr: caudal de aguas residuales (lts/s).
- d_{neta} : dotación neta por habitante por día.
- D: densidad poblacional (hab/Ha).
- A: área de drenaje (Ha).
- C: coeficiente de retorno (adimensional). Representa la relación entre el agua potable que regresa al sistema de alcantarillado como agua servida.

3.3 Modelación y evaluación hidráulica

La modelación hidráulica del área de estudio tiene como objetivo evaluar el comportamiento de la red, identificando las fallas debido a la falta de capacidad de transporte en las tuberías, velocidades excesivas y el tiempo que la tubería pasa con capacidad restringida, todo esto a través de un modelo unidimensional. El parámetro de control en los pozos de inspección es el volumen de inundación.

Para realizar el modelo, se emplearon los datos recopilados en el Anexo 5, mismos que contienen:

- Información topológica: consiste en la información de la red; incluye los datos correspondientes a las tuberías, pozos de inspección, descargas y subcuenca.
- Caudales de aguas servidas y su variación temporal.
- Precipitación para análisis.

De entre los métodos de infiltración propuestos en SWMM (Horton, CN-SCS, Green y Ampt), se eligió trabajar con el método de Horton; debido principalmente a las características particulares de la cuenca en estudio, como son sus altas pendientes, tipo de suelo y el entorno urbano. Los parámetros empleados se muestran en el Anexo 5.

El análisis será realizado a través del método de Onda Dinámica, que considera las ecuaciones de Saint Venant, las cuales se basan en la conservación de la masa y del momento.

A fin de establecer un rango de calificación se ha empleado la siguiente escala, basada principalmente en la profundidad hidráulica máxima y el tiempo en el cual la tubería se encuentra trabajando a presión.

| Grado | Profundidad hidráulica máxima | Tiempo trabajando a presión (h) |
|--------------|--|--|
| 1 | 0.00-0.30 | NA* |
| 2 | 0.31-0.60 | NA* |
| 3 | 0.61-0.90 | NA* |
| 4 | 0.91-1.00 | Menor a 0.16 |
| 5 | 0.91-1.00 | Mayor a 0.16 |

Tabla 3-1: Escala de calificación hidráulica para las tuberías evaluadas

***NA: No aplica**

Como observación general, el sistema de alcantarillado de la ciudad trabaja a sección llena durante los períodos de máxima precipitación, por lo tanto para fines de este estudio se ha considerado que las tuberías pueden encontrarse trabajando a sección llena como máximo un período de 10min (0.16h), que es el tiempo durante el cual se producen los picos de la precipitación.

3.3.1 Escenarios de análisis hidráulico

Una vez que fue analizada la red existente, se procedió a evaluar nuevos modelos hidráulicos bajo los siguientes escenarios:

- Escenario 1: comprende el cambio de las tuberías que resultaron con insuficiencia hidráulica en el modelo original y aquellas que generan problemas de inundación en los pozos adyacentes.
- Escenario 2: incluye el reemplazo de tuberías con calificaciones estructurales u operativas de grado 4 o 5. Se verificaron además las dimensiones de las tuberías de la red, proponiéndose el aumento de diámetro en aquellos tramos que aguas abajo

presentaban reducción de la sección hidráulica. Se considera también la reducción de volúmenes de inundación en pozos.

- Escenario 3: se aumenta el diámetro en aquellas tuberías que producen altos niveles de inundación en pozos.
- Escenario 4: análisis del comportamiento de la red cuando se amplía la sección del colector principal.

En cada uno de los escenarios se reportarán los resultados de inundación de pozos, altura hidráulica máxima, tiempo de trabajo a presión y la calificación hidráulica correspondiente.

3.4 Evaluación estructural

La evaluación estructural interna califica el estado de las tuberías de acuerdo a los defectos observados durante las inspecciones televisivas. Cada característica encontrada es evaluada por un sistema de puntajes y relacionada directamente por una clasificación que establece criterios para determinar el grado o nivel de deterioro de un componente del sistema de alcantarillado con respecto a su probabilidad de colapso (EMCALI, 2012).

Con el fin de valorar el estado estructural de las tuberías del área de estudio se ha empleado la Norma PACP, en la cual se establece una codificación estandarizada y un rango de valoración para los defectos estructurales así como para los defectos de operación, mantenimiento y construcción. Las características principales de este sistema de calificación son (NASSCO, 2001):

- Es un sistema de clasificación directo y objetivo.
- Permite diferenciar de manera cualitativa las condiciones de tuberías de distintas inspecciones y así mismo priorizar las acciones correctivas basándose en la magnitud de los defectos encontrados.
- Utiliza más de un solo método para clasificar la condición del tubo incluyendo una clasificación que representa el número total de defectos del tubo y otra que considera los defectos más severos.

Usando la matriz de códigos de PACP cada código de defecto es asignado un grado de condición entre 1 y 5, la Tabla 3-2 muestra la escala de calificación del estado estructural y operacional de las tuberías.

| Grado | Severidad |
|--------------|-----------------------------|
| 1 | Menor |
| 2 | Menor a moderado |
| 3 | Moderado |
| 4 | Significativo |
| 5 | Defectos más significativos |

Tabla 3-2: Escala de calificación estructural y operacional para tuberías inspeccionadas

Recuperado de: NAASCO, 2001: D-2

Los grados son asignados basados en la severidad del defecto o daño, porcentaje de restricción de la capacidad del tubo o deterioro sobre la pared de la tubería. De acuerdo al grado en el cual se ha clasificado un tramo de tubería, se establecen las siguientes recomendaciones generales:

- Grado 1 y 2: corresponde a una red en buen estado, en la cual no se encontraron defectos importantes que afecten la estabilidad estructural de la tubería. Para esta clasificación se recomienda realizar nuevas inspecciones en un plazo de 3 a 5 años para verificar el estado estructural y proyectar su reposición para un lapso mayor a 20 años.
- Grado 3: los defectos encontrados en tuberías que pertenecen a esta clasificación pueden generar problemas estructurales o hidráulicos, por lo cual se deben tomar acciones correctivas y/o preventivas a fin de que no se genere el colapso de la tubería. En el plazo de 1 a 3 años se deberá realizar nuevas inspecciones para confirmar que la probabilidad de colapso no ha aumentado, además se deberá planificar la reposición de las tuberías en un período de 5 a 10 años.
- Grado 4: son tuberías que deben ser reemplazadas en un período menor de 5 años, debido a que el grado de severidad de los daños que se presentan pueden ocasionar el colapso puntual o generalizado de la tubería.
- Grado 5: las tuberías en estado crítico son aquellas que presentan colapso o están a punto de colapsar en la mayor parte de su longitud, por lo cual requieren acción inmediata.

El sistema de clasificación para condición PACP por si solo es inadecuado para determinar si un segmento de tubería debe ser rehabilitado o reemplazado, por lo tanto se debe considerar factores adicionales como la sobrecarga hidráulica, nivel freático, cargas hidrostáticas y de tránsito.

De acuerdo a las dimensiones internas que presentan las tuberías en estudio, los equipos empleados en las inspecciones televisivas han sido la cámara autopropulsada y la cámara de empuje manual; con los cuales a su vez se han generado los reportes de inspección en el software WINCAM.

A fin de calificar las tuberías del área en estudio, los resultados que serán reportados serán el índice de clasificación así como la clasificación rápida de PACP; tanto en el campo estructural como operativo.

3.5 Plan de rehabilitación

El plan de rehabilitación de las tuberías matrices estará dado de acuerdo a la calificación estructural, operativa e hidráulica de cada uno de los tramos analizados. Debiendo considerar prioritaria la acción en los tramos que presentan calificaciones de grado 4 y 5.

El plan de rehabilitación constará de dos etapas:

- Plan a corto plazo: comprende la intervención en las tuberías con insuficiencia hidráulica, tuberías que generan inundación en pozos, tramos que presentan reducción de sección hidráulica aguas abajo y segmentos de tubería que presentan una calificación estructural u operacional de grado 4 o 5.
- Plan a mediano plazo: consiste en la intervención de los tramos que presentan un nivel creciente de deterioro (caracterizado por la calificación estructural 3) en un período de 5 a 10 años, previa la reevaluación de la condición al momento de ejecutar el plan.

3.5.1 Análisis de costos

Las metodologías de rehabilitación de tuberías consideradas para este estudio fueron:

- Reemplazo de tuberías a zanja abierta.
- Reparaciones puntuales a zanja abierta.

- Renovación de tuberías por CIPP.
- Reemplazo de tuberías por Pipe Bursting.
- Limpieza de tuberías con hidrosuccionador.

Para cada una de las tuberías y de acuerdo a las limitaciones de las tecnologías, se calculará un presupuesto de rehabilitación basado en los precios unitarios proporcionados por la EPMAPS.

A fin de que los costos calculados para cada metodología de rehabilitación resulten comparables entre sí, se empleó el criterio de valor actual neto en el caso de la metodología CIPP para la cual se consideró una vida útil de 40 años. Este criterio fue aplicado debido a que se desconoce el comportamiento del recubrimiento CIPP más allá del período en el cual se ha aplicado esta metodología, por lo cual después de 40 años se considera que las tuberías deberían volver a ser intervenidas.

De acuerdo a las metodologías de rehabilitación consideradas, se ha empleado para fines de análisis de costos las siguientes consideraciones:

- Zanja abierta y reparaciones puntuales a zanja abierta:
 - Las tuberías existentes deberán ser removidas y en su lugar se colocarán los nuevos componentes. No se deberá instalarlos paralelamente.
 - Se empleará tubería plástica para el reemplazo de tuberías de red matriz y de conexiones domiciliarias.
 - La profundidad de excavación en tuberías de red matriz es la profundidad media del tramo, mientras que en el caso de conexiones domiciliarias corresponde a la profundidad media entre la caja de revisión ($h=0.80\text{m}$) y la profundidad media de la tubería de red matriz.
 - Se considera el rubro de entibado de zanja a partir de 1.50m de profundidad de excavación.
 - La excavación será a mano mientras la profundidad de excavación sea menor a los 3.00m, para profundidades mayores se empleará maquinaria.
 - Para el cálculo de volúmenes de acarreo y desalojo se considera que el suelo tiene un factor de esponjamiento de 1.3.
 - El reemplazo de conexiones domiciliarias incluye 6m de tubería plástica de 160mm acoplada a la tubería matriz con Silla Yee.

- El ancho de zanja para reemplazo en tuberías de red matriz será el diámetro de la tubería a instalar más 20 cm a cada lado. Para las conexiones domiciliarias se empleará un ancho de zanja de 0.80m.
- Para el relleno de zanjas se contempla el uso de material de excavación y material de préstamo en partes iguales.
- El rubro de seguridad y señalización representa el 3% del total del presupuesto.
- CIPP:
 - Se deberá realizar la inspección de la tubería con cámaras autopropulsadas antes de aplicar el recubrimiento a fin de comprobar la condición inicial de la tubería y después de culminado el proceso para verificar la calidad de los trabajos.
 - Para la rehabilitación de las conexiones domiciliarias se considera la construcción de cajas de revisión de hormigón armado.
 - El rubro de seguridad y señalización representa el 3% del total del presupuesto.
- Pipe Bursting:
 - Debido a la capacidad del equipo de halado del que la EPMAPS dispone actualmente, esta metodología de rehabilitación puede ser llevada a cabo para expandir el diámetro de la tubería hasta 200mm y en tramos de más de 20.00m de longitud.
 - El pit de entrada del equipo consiste en una excavación de 1m³ situada tras el pozo inicial (1m x 1mx1m).
 - El pozo situado frente al pit de entrada deberá ser total o parcialmente derrocado a fin de permitir el adecuado ingreso de la tubería nueva.
 - Se rehabilitará las conexiones domiciliarias, empleando tubería plástica de 160mm.
 - Para el cálculo de volúmenes de acarreo y desalojo se considera que el suelo tiene un factor de esponjamiento de 1.3.
 - El costo de la instalación de tubería comprende el uso del equipo de pipe bursting y el equipo termofusor.
 - Se empleará medios mecánicos de desalojo de material en el caso de que el tramo a intervenir tenga conexiones domiciliarias, caso contrario se

empleará el desalojo tradicional debido al bajo volumen de material a transportar.

- El pozo que fue derrocado deberá ser reconstruido empleando hormigón simple, tapa y cerco de hierro dúctil. Se dotará al pozo de los estribos necesarios.
- Para el relleno de zanjas se contempla el uso de material de excavación y material de préstamo en partes iguales.
- El rubro de seguridad y señalización representa el 3% del total del presupuesto.

4 ÁREA DE ESTUDIO

4.1 Antecedentes históricos del área de estudio

Anterior a la fundación española de Quito en 1534, no se cuenta con información acerca de la existencia o funcionamiento de un sistema de canalización de las aguas residuales. En el Anexo 2 se muestra de manera cronológica el desarrollo del sistema de alcantarillado.



Figura 4-1: Aguateros en la plaza de San Francisco

El agua de Quito. Recuperado de <http://www.terraecuador.net>

La construcción del actual sistema de alcantarillado de Quito se inició a principios del siglo XX en el Centro Histórico, al ser canalizadas las múltiples quebradas que cruzaban la ciudad en sentido occidente-oriente; las cuales a su vez descargaban en los principales cauces, quebradas y ríos de la ciudad. El relleno de quebradas ha sido un proceso importante en el desarrollo del sistema de alcantarillado, sobre todo si se considera que debido a la orografía en la cual se sitúa la ciudad ésta se encontraba atravesada originalmente por más de 33 quebradas, las cuales en su mayoría han sido embauladas y/o rellenadas (Arévalo, 2013).

El sistema de alcantarillado fue concebido como un sistema combinado, en el cual las aguas servidas y aguas lluvias se manejan a través de una sola red; esto se dio principalmente debido a la falta de capacidad técnica y económica que se tenía para el manejo de sistemas separados (Vásconez, 1997). En la actualidad la idea de saneamiento

ha motivado la construcción de separadores de caudal y la posterior conducción de las aguas servidas hacia plantas de tratamiento.

Los procesos de consolidación de los sectores fueron marcando la ampliación del sistema de alcantarillado, observándose el mayor crecimiento en la zona norte y en los últimos 20 años hacia los valles de Tumbaco y los Chillos. Así también se debe considerar el cambio del uso de suelo en los sectores rurales, los cuales pasaron de ser sectores agrícolas a sectores residenciales que requieren la dotación de servicios básicos (Hazen & Sawyer, 2011).

Como se puede observar, las tuberías y colectores que conforman el sistema de alcantarillado de la ciudad datan de hace más de 100 años, durante los cuales las condiciones de uso, aumento de caudales, cambio de condiciones de carga y condiciones ambientales, entre otros, han causado el paulatino deterioro de los componentes del sistema. En este tiempo sólo se han ejecutado intervenciones parciales, habiendo así redes que aún no han recibido ningún diagnóstico técnico ni rehabilitación.

El sistema de alcantarillado en la ciudad de Quito tiene una cobertura del 96.61%. Este porcentaje alcanza el 92.40% en el área del Distrito Metropolitano, mientras que en parroquias se tiene una cobertura de 81.89%². Con el fin de homogenizar la cobertura en todo el Distrito Metropolitano, la EPMAPS accedió a un crédito por parte del Banco del Estado, con los cuales se podrán ejecutar 60 proyectos de alcantarillado sanitario y descontaminación en 26 parroquias rurales.

4.1.1 Programa de Descontaminación de Ríos

Dentro de los proyectos a ejecutarse en el campo de descontaminación y alcantarillado sanitario, se ha desarrollado el Programa de Descontaminación de Ríos del Distrito Metropolitano de Quito, el cual tiene por objetivo ejecutar las obras e intervenciones necesarias que permitan manejar de manera adecuada las aguas residuales domésticas e industriales mediante su intercepción, conducción y tratamiento; de manera que se minimicen los impactos que actualmente se derivan de su descarga directa a los ríos y quebradas (www.emaapq.gob.ec). El esquema básico de este programa se muestra en la Figura 4-2.

² Según datos de la EPMAPS hasta noviembre de 2013

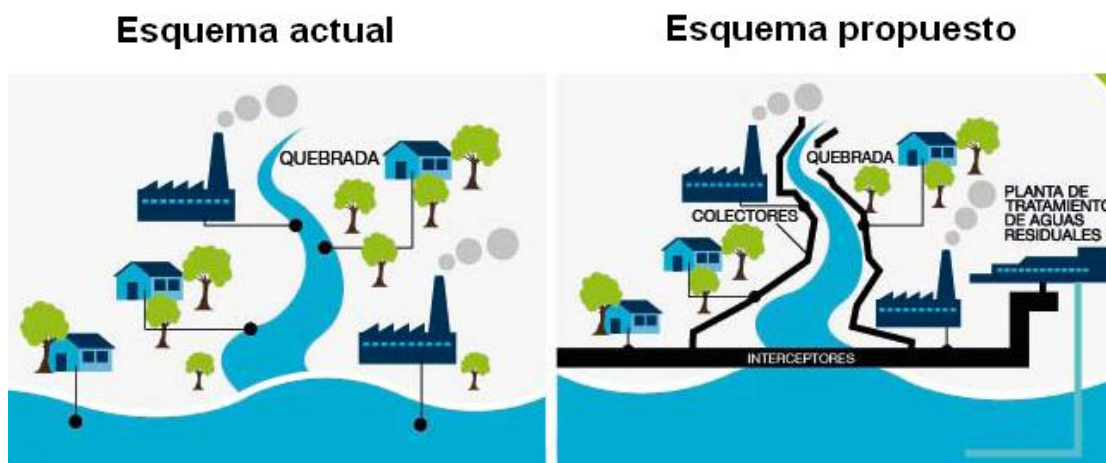


Figura 4-2: Esquema del sistema de descontaminación de ríos

EPMAPS. Programa para la Descontaminación de Ríos del Distrito Metropolitano de Quito.

Recuperado de <http://www.emaapq.gob.ec>

Para este fin se trabajará con sistemas de intercepción y tratamiento centralizado a través de lodos activados, que servirá a la ciudad de Quito, las principales parroquias rurales adyacentes y poblaciones vecinas de Sangolquí y San Rafael, a través de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales principal ubicada al norte de Quito en el sector llamado Vindobona y dos plantas auxiliares en Quitumbe y El Beaterio al sur de Quito. Para el resto de parroquias rurales se prevé sistemas de tratamiento independientes, con la construcción de 9 plantas de tratamiento en sectores específicos que han sido considerados debido a su crecimiento y población.

4.1.2 Intervención del Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado (PMA) en el área de estudio

En 2002 se contrató la ejecución del PMA, el cual tiene como objetivo ajustar los planes de desarrollo en el campo de agua potable y saneamiento a corto, mediano y largo plazo (5, 10 y 30 años respectivamente). (Hazen & Sawyer, 2011)

A través de los estudios realizados, se plantearon las principales acciones a ejecutarse:

- Proyecto de protección de laderas, cauces y colectores.
- Programa de intervención de sumideros.
- Implementación de colectores de alivio.
- Refuerzo y ampliación de colectores existentes.

- Construcción de interceptores secundarios y muros de contención.
- Ampliación de redes en parroquias y áreas de expansión.

Para la subcuenca que se analiza, se ha realizado el refuerzo y ampliación del colector principal (colector Sucre), mas no se ha tomado ninguna acción en lo que respecta a las tuberías matrices de menor diámetro.

4.1.3 Intervención del Programa de Saneamiento Ambiental (PSA) en el área de estudio

El PSA desarrollado por la EPMAPS, tiene como objetivo general dotar a la población del Distrito Metropolitano de Quito de los servicios de agua potable, alcantarillado, control de inundaciones y manejo de laderas.

Entre los objetivos específicos del proyecto se ha contemplado lo siguiente (www.emaapq.gob.ec):

- Evitar el autoabastecimiento de agua de mala calidad y disponer de forma adecuada las aguas servidas, a fin de reducir enfermedades de vinculación hídrica dentro de la población beneficiaria.
- Reducir el riesgo de inundaciones producidas por lluvias torrenciales.

Para el Centro Histórico de Quito, el PSA ejecutó las siguientes obras (Figura 4-3):

- Tejar Alto – Tránsito 24 de Mayo: reparación del colector existente en el Sector del Tejar en la parte alta y construcción de un túnel paralelo y bajo el colector existente a través de la Av. 24 de Mayo. Esta obra se ejecutó debido principalmente a la falta de capacidad hidráulica del Colector Tejar y las amplias ventajas que presentaba en cuanto a dimensiones internas el Colector 24 de Mayo.
- Nuevo Colector El Cebollar: abarca la construcción de 1100m de colectores de hormigón armado a cielo abierto.
- Colector 24 de Mayo: adecuación del colector existente de cuatro canales, de forma que uno de ellos conduzca solamente el caudal de tránsito empatado con el colector del Tejar. Adicionalmente se realizó el mejoramiento de las celdas del colector, la inclusión de gradas; lo cual permite reducir las elevadas velocidades del flujo circulante y construcción de una nueva descarga.

- Colector Tejar Mejía: construcción de un colector de alivio en túnel desde el sector de la Plaza Marín hasta la descarga en el río Machángara en el sector El Censo.
- Nuevo Túnel 24 de Mayo: construcción de un dique que controle las inundaciones que se dan en el sector de la Quebrada Jerusalén.
- Colector Sucre Manosalvas: construcción de un pozo de bandejas que permite la unión de los Colectores Sucre y Manosalvas a la altura de la Calle Fernández Madrid, lo cual permite el alivio de ambos colectores dado que conduce los mayores caudales (aguas lluvias) mientras que por la red antigua circulan las aguas residuales.

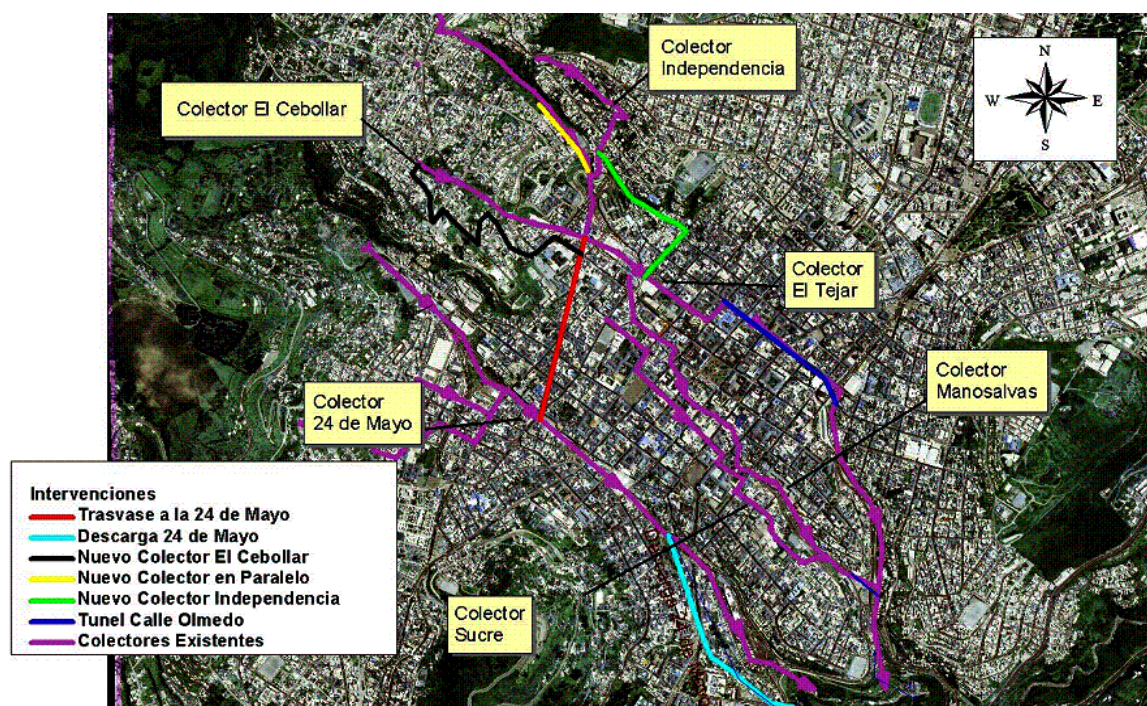


Figura 4-3: Intervención del PSA en el Centro Histórico de Quito

EPMAPS. 100 años de infraestructura del Centro Histórico de Quito – Posibilidades de Rehabilitación.

Recuperado de: Archivo EPMAPS

4.2 Descripción de la subcuenca alta del Colector Sucre

4.2.1 Introducción

Debido a la orografía y topografía presentes en la ciudad de Quito, se han definido las siguientes cuatro zonas de drenaje que conducen las aguas residuales hacia diferentes cuerpos receptores (Hazen & Sawyer et al., 2011) (Figura 4-4):

- Cuenca del Río Machángara.
- Cuenca de la Quebrada Anglo French.
- Cuenca de la Quebrada El Colegio.
- Cuenca de la Quebrada El Batán.

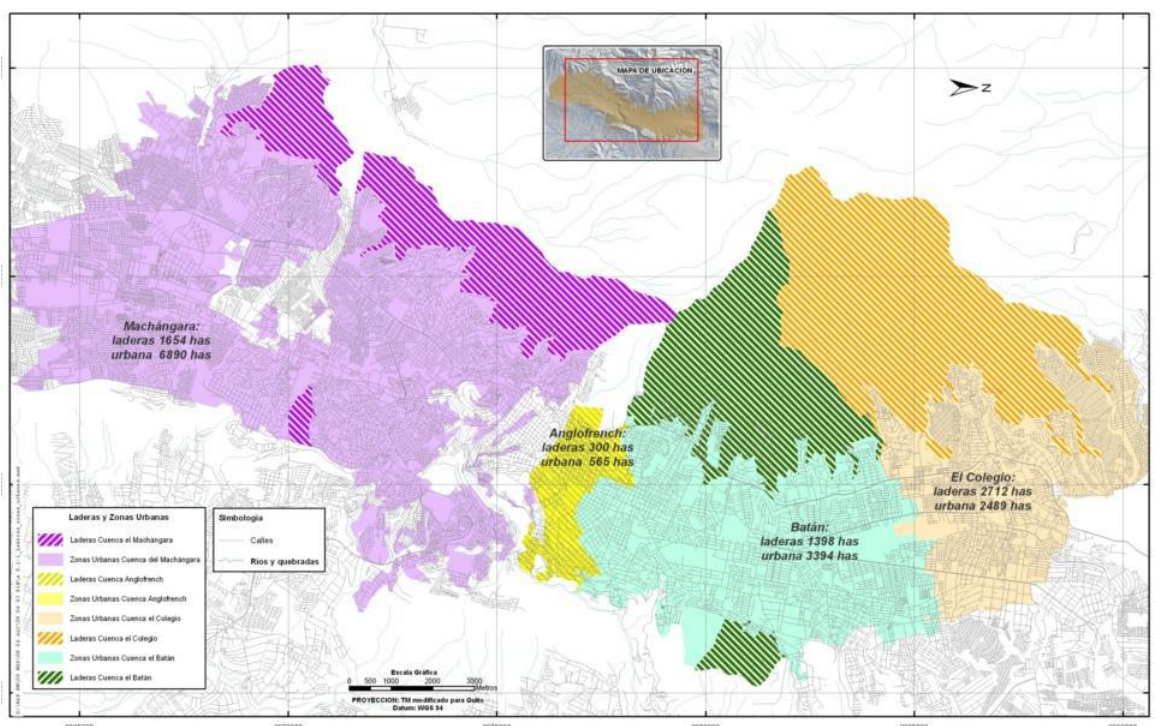


Figura 4-4: Cuencas de drenaje de la ciudad de Quito

Recuperado de: Hazen & Sawyer, 2011.

Para fines de procesamiento de la información, la EPMAPS ha determinado que el área de estudio pertenece al sistema Machángara y a la cuenca del mismo nombre. La subcuenca recibe el nombre del colector principal, en este caso el Colector Sucre.

La subcuenca alta del Colector Sucre se ubica en el casco colonial de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha. Esta cuenca es de tipo urbano y presenta un área en planta de aproximadamente 43.15Ha, con una densidad poblacional de 98.81 hab/Ha (Inclam & Wasser, 2013) y un alto índice de impermeabilidad. La Figura 4-5 muestra un mapa de la cuenca en estudio. De modo referencial, esta subcuenca se halla limitada por las calles Vicente Rocafuerte, Manuel Quiroga, Chile y Juan Flores y presta servicio a los barrios de San Roque, La Merced, González Suárez y la parte baja de El Placer.



Figura 4-5: Subcuenca alta del Colector Sucre

Recuperado de: Archivo EPMAPS

Los datos generales de la cuenca en estudio se muestran en la Tabla 4-1:

| | | | |
|-------------------|-----|-------------------------------------|----------|
| Subcuencas | 157 | Longitud de red matriz | 6585.60m |
| Pozos | 145 | Longitud de Colector Sucre | 815m |
| Tuberías | 164 | Longitud de descargas | 308.40m |
| Descargas | 6 | Longitud de redes analizadas | 7709m |

Tabla 4-1: Datos generales subcuenca alta del Colector Sucre

Elaborado por: Nathalie Chávez P.

4.2.2 Detalle de la red existente

La red de alcantarillado de esta zona, al igual que en el resto de la ciudad es de tipo combinado y a gravedad, con descargas de tipo doméstico principalmente.

La mayoría de los conductos son de tipo circular y el material predominante es el hormigón simple. Los diámetros de red matriz oscilan entre los 150 y 600mm. Los pozos de inspección son mayoritariamente de mampostería con enlucido de mortero de cemento y de 1m de diámetro.

4.2.3 Topografía

Los datos topográficos con los que cuenta la EPMAPS se obtuvieron a través de restitución aerofotogramétrica en escala 1:1000, cada 1m.

La subcuenca alta del Colector Sucre tiene su punto más alto en la cota 2913 y su punto más bajo en la cota 2800. La Figura 4-6 muestra las curvas de nivel que se tienen en la zona.

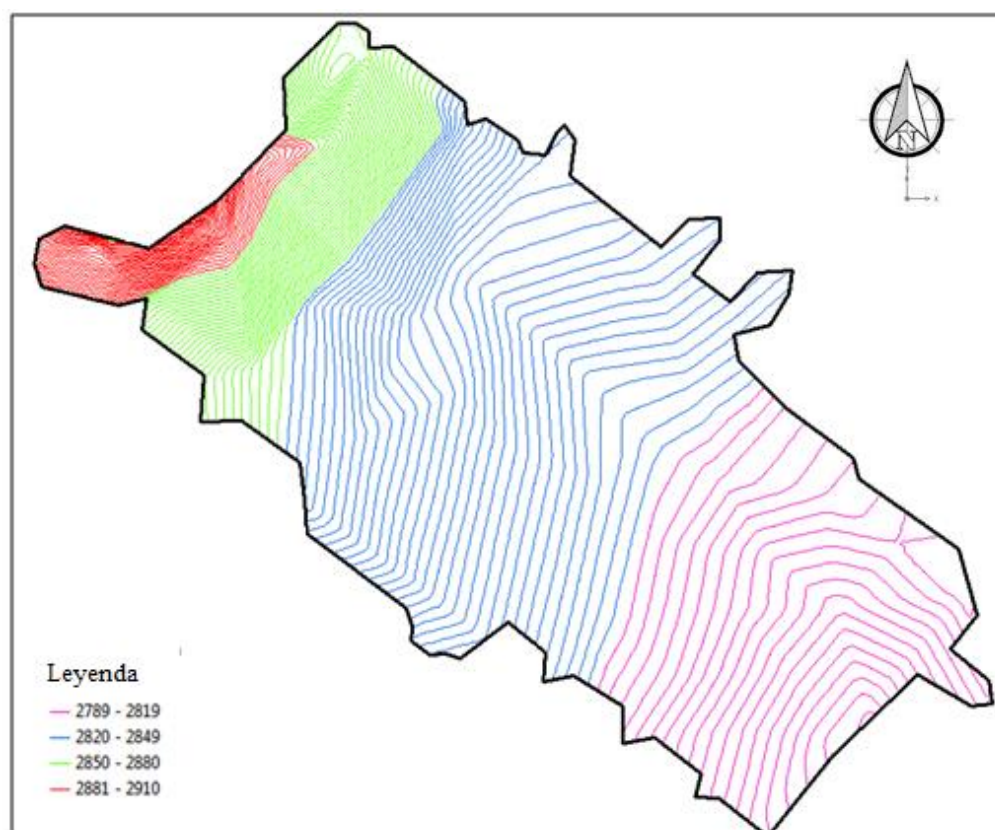


Figura 4-6: Curvas de nivel en el área de estudio

Recuperado de: Archivo EPMAPS

4.2.4 Usos de suelo

De acuerdo a la Ordenanza Metropolitana 172 que establece el Régimen Administrativo del Suelo en el Distrito Metropolitano de Quito, se han determinado para el área de estudio los siguientes usos de suelo (Figura 4-7):

- Residencial 3: el uso de suelo residencial es el que tiene como objetivo la vivienda permanente, en uso exclusivo o combinado con otros usos de suelo compatibles, en áreas y lotes independientes y edificaciones individuales o colectivas del territorio. La clasificación como zona Residencial 3 se refiere a aquellas zonas en las que se permiten actividades económicas y equipamientos de nivel barrial, sectorial y zonal. Para la categoría R3 se establece que los equipamientos y las actividades de comercio y servicio permitidos podrán usar el 100% del COS³ total para el desarrollo de sus proyectos.
- Uso Múltiple: corresponde a los predios con frente a ejes o ubicados en áreas de centralidad en las que puede coexistir residencia, comercio, industrias de bajo impacto, servicios y equipamientos compatibles de acuerdo a las disposiciones del PUOS⁴. El uso residencial en áreas de uso múltiple no tienen restricciones de proporcionalidad respecto a otros usos.
- Equipamiento: uso destinado a actividades e instalaciones que generen bienes y servicios para satisfacer las necesidades de la población, garantizar el esparcimiento y mejorar la calidad de vida en el distrito, independientemente de su carácter público o privado, en áreas del territorio, lotes independientes y edificaciones.

³ COS: Coeficiente de Ocupación de Suelo

⁴ PUOS: Plan de Uso y Ocupación del Suelo

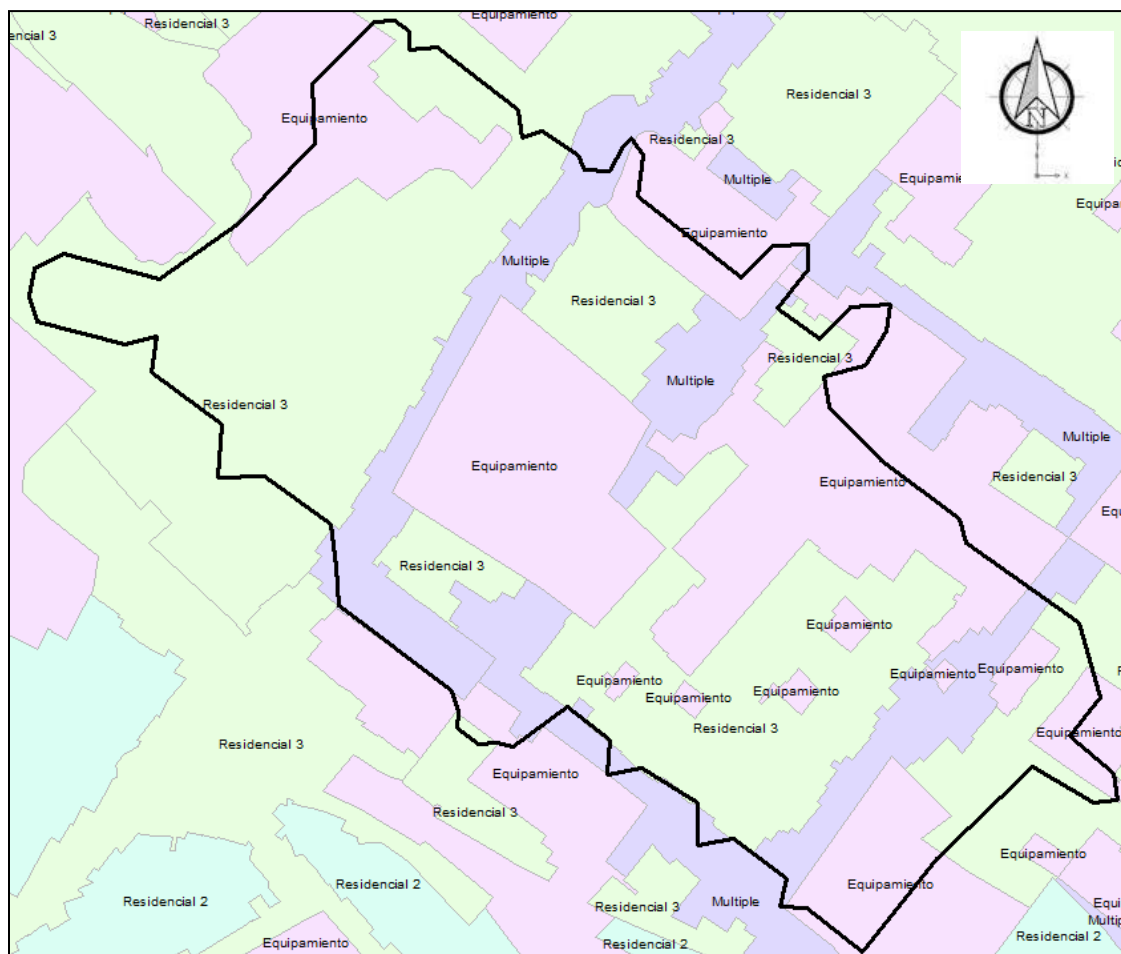


Figura 4-7: Usos de suelo en la subcuenca alta del Colector Sucre

Recuperado de: Archivo EPMAPS

4.2.5 Estimación de flujos

4.2.5.1 Datos hidrológicos

La EPMAPS cuenta con estaciones pluviométricas, cuya cobertura tanto espacial como temporal permite analizar de manera acertada las precipitaciones que se presentan en la ciudad (Zambrano y Escobar, 2013). Para el área de estudio, se ha tomado la información de la estación Toctiuco (N: 9977570; E: 775485; 3225 m.s.n.m), cuya curva IDF será el parámetro para establecer la precipitación que se usará para la modelación hidráulica (Anexo 4).

4.2.5.2 Flujo de aguas servidas

En las épocas en las cuales no existen precipitaciones, el único caudal que circula por las redes de alcantarillado combinado es el caudal de aguas residuales; ya sean de tipo doméstico, industrial o comercial.

Para estimar este caudal, se han empleado los datos de consumo de agua potable que se presentan en la zona; mismos que dependen de factores socioeconómicos, clima, usos de suelo, etc. De acuerdo a los datos obtenidos se establece una curva de demanda, para el caso de estudio se tomará la curva del Sector Itchimbía Medio (Figura 4-8).

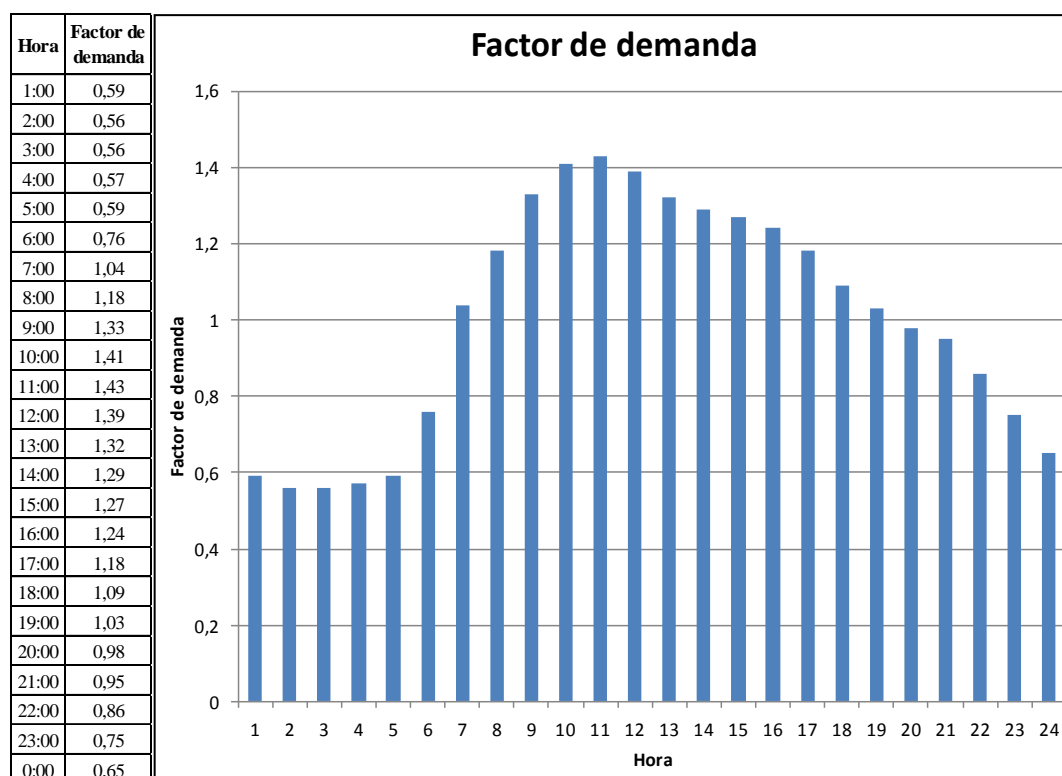


Figura 4-8: Factor de demanda Sector Itchimbía Medio

Recuperado de: INCLAM & WASSER, 2012

5 RESULTADOS

5.1 Análisis de la información

5.1.1 Información catastral

En base a los datos obtenidos del catastro de redes y pozos, se pudo determinar la validez de la base de datos de la que se disponía inicialmente. El Anexo 5 contiene los datos topológicos de la red, mismos que fueron usados posteriormente para la modelación.

Se pudieron detectar varias diferencias, principalmente en lo que se refiere a las cotas de terreno de los pozos, inexistencia de pozos en la base de datos y dimensiones de pozos y tuberías.

En cuanto a la información de pozos se presentaron los siguientes resultados:

| | |
|--|----|
| Pozos que no constaban en la base de datos | 23 |
| Pozos con diferencia de cotas | 50 |

Tabla 5-1: Resultados del catastro de pozos

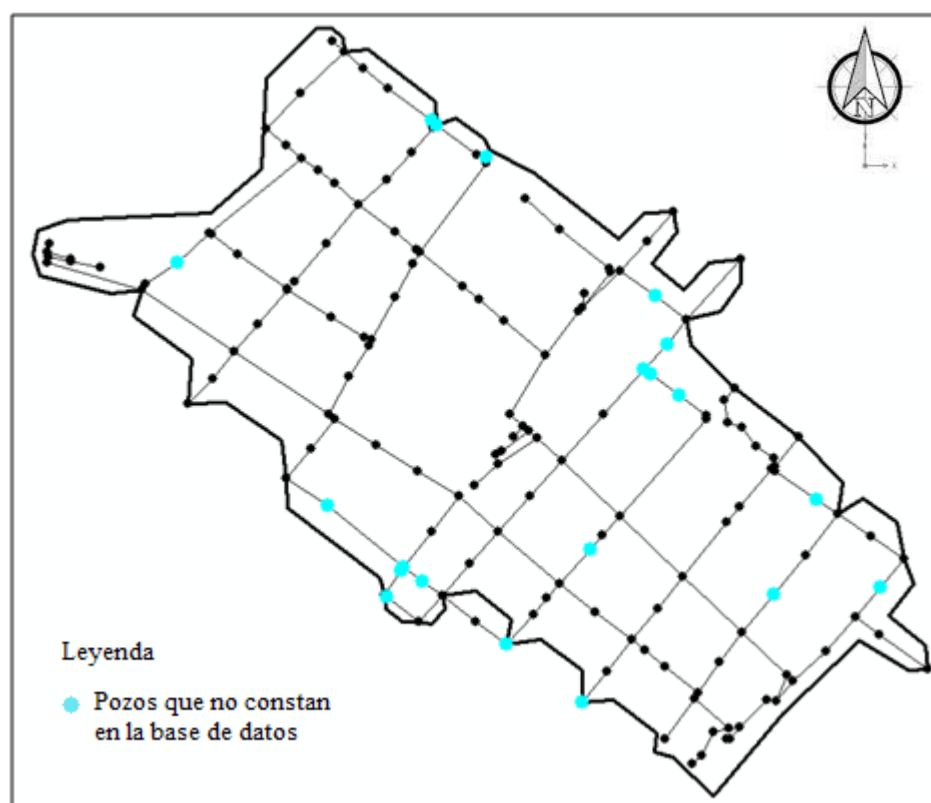


Figura 5-1: Pozos que no constaban en la base de datos

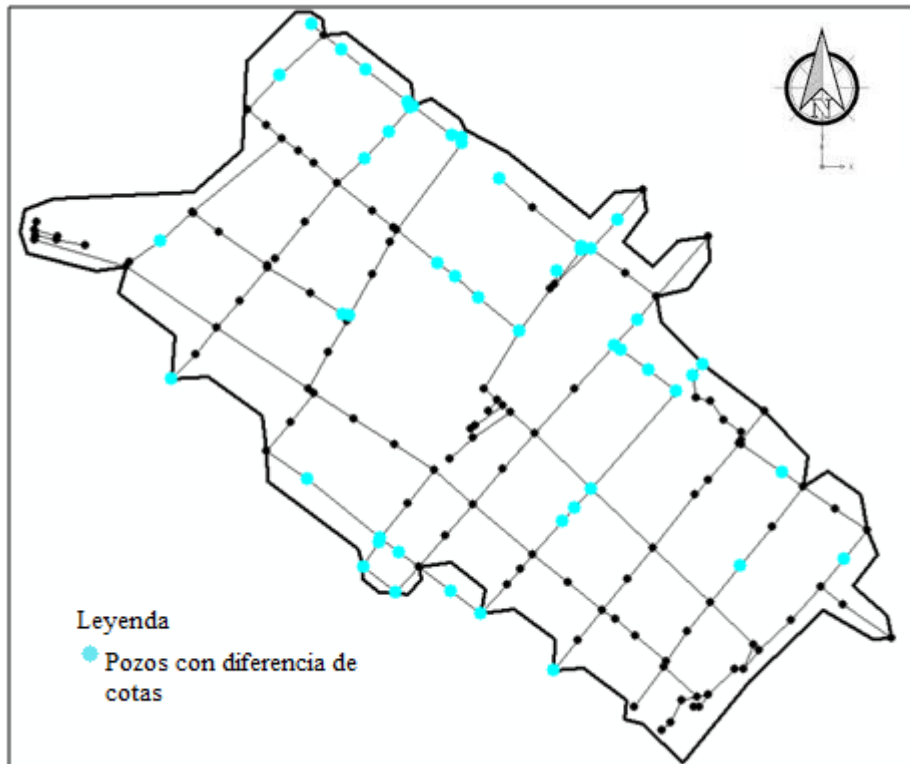


Figura 5-2: Pozos con diferencia de cotas respecto a la base de datos

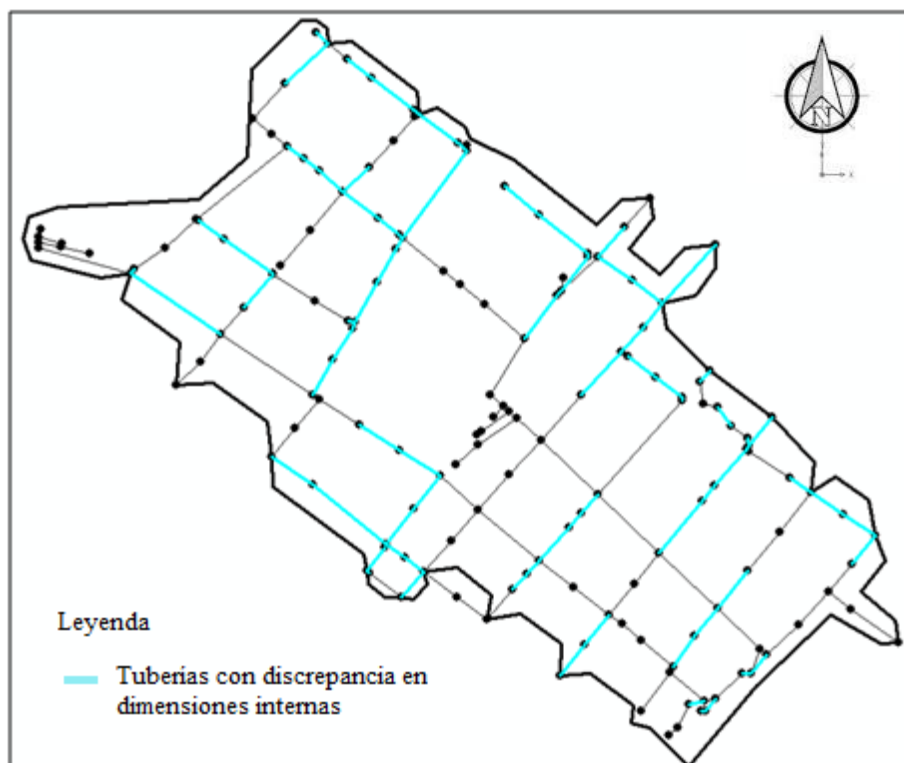


Figura 5-3: Tuberías que discrepan con la base de datos

Respecto a las tuberías, las principales diferencias que se hallaron fueron de las dimensiones internas, teniendo 49% de conductos que difieren de la base de datos inicial (Figura 5-3).

Una vez actualizado el catastro de redes, se establece las siguientes clasificaciones para las tuberías matrices:

| Sección | Número de tuberías | Longitud (m) |
|--------------|--------------------|----------------|
| Circular | 135 | 5885.70 |
| Rectangular | 12 | 699.90 |
| Total | 147 | 6585.60 |

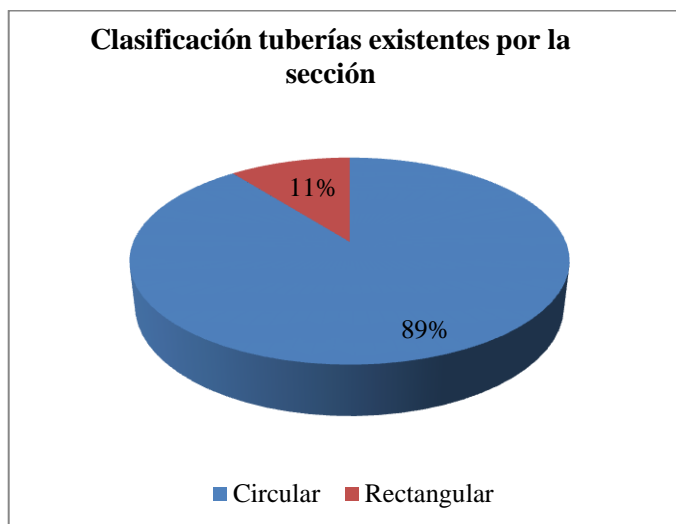


Figura 5-4: Clasificación de tuberías existentes por la sección

| Material | Número de tuberías | Longitud (m) |
|-----------------|--------------------|----------------|
| Hormigón simple | 131 | 5784.80 |
| PVC | 8 | 134.70 |
| Ladrillo | 1 | 134.70 |
| Piedra | 7 | 342.00 |
| Total | 147 | 6585.60 |

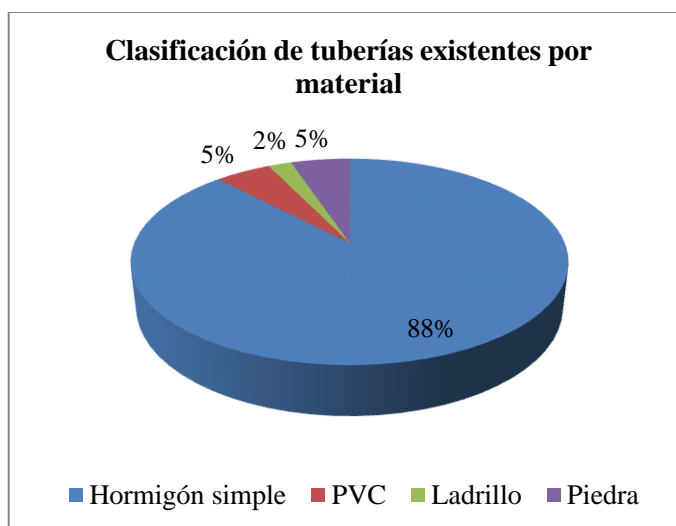


Figura 5-5: Clasificación de tuberías existentes por el material

| Diámetro (mm) | Número de tuberías | Longitud (m) |
|---------------|--------------------|----------------|
| 150 | 1 | 98.80 |
| 200 | 27 | 1195.40 |
| 250 | 28 | 1123 |
| 300 | 31 | 1281 |
| 350 | 14 | 620.70 |
| 400 | 18 | 935.60 |
| 450 | 1 | 58.10 |
| 500 | 12 | 468.20 |
| 600 | 3 | 104.90 |
| Total | 135 | 5885.70 |

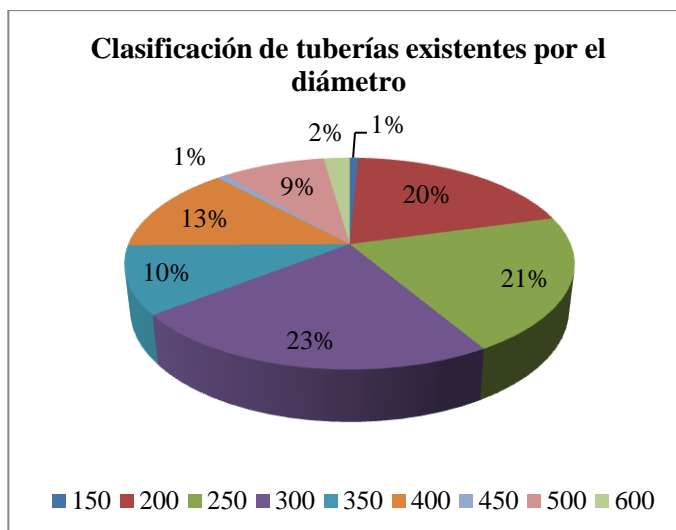


Figura 5-6: Clasificación de tuberías existentes por el diámetro

De la longitud total de tuberías, descargas y colectores (7709m) de la subcuenca en estudio, se determinó que 6585.60m (85%) corresponden a la red matriz, 815m (11%) comprenden el Colector Sucre y 308.40m (4%) pertenecen a las tuberías que conectan la cuenca con los colectores adyacentes (24 de Mayo y Mejía)

5.1.2 Precipitaciones

De acuerdo a la ubicación del área de estudio, se tiene que los parámetros de las precipitaciones vienen dados por la estación Toctiucó, cuya ecuación IDF desarrollada en (Zambrano y Escobar, 2013) es:

$$I(t,T) = \frac{9.3185 \ln T + 29.0457}{(28.4065 + t)^{0.9993}}$$

Donde I: intensidad de lluvia (mm/min); T: tiempo de retorno (años); t: duración (min).

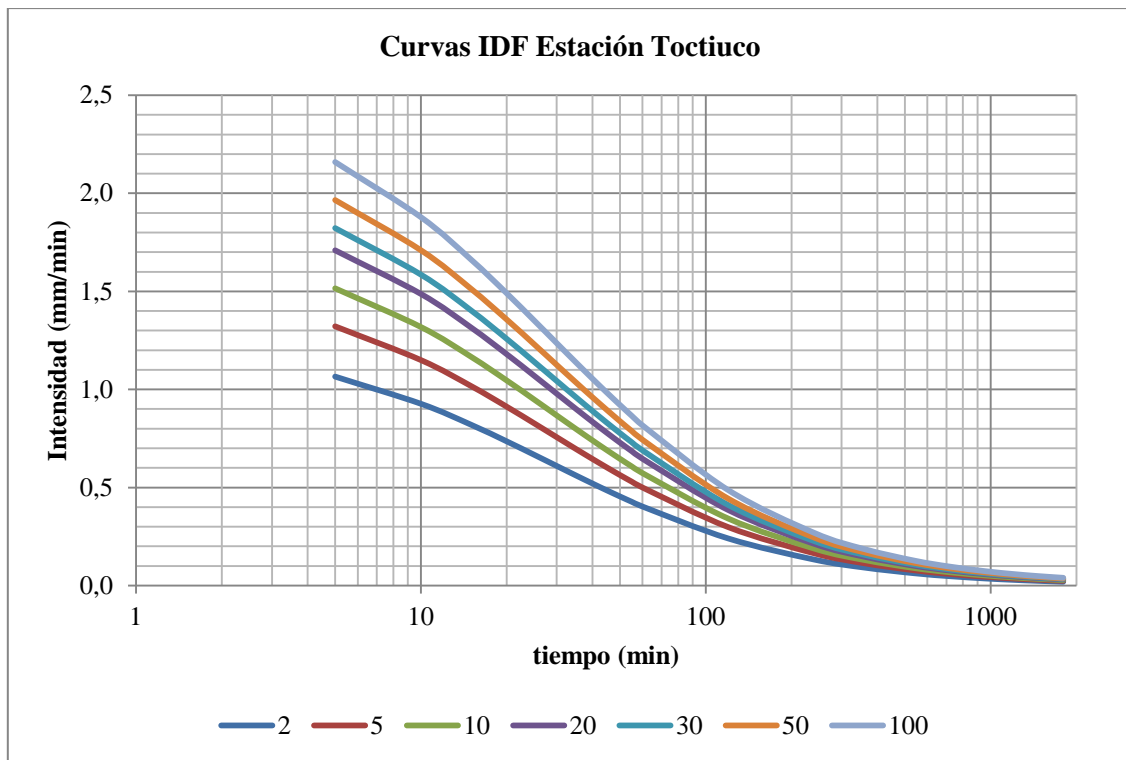


Figura 5-7: Curvas IDF Estación Toctiuco

Elaborado por: Nathalie Chávez P.

A partir de los datos que se obtienen en la curva IDF de la estación Toctiuco (Anexo 4), es posible generar el hietograma que será la base de la modelación a través del método de bloques alternos (Figura 5-8), mismo que se encuentra definido por la siguiente ecuación para un período de retorno de 25 años:

$$I(t,T) = \frac{59.0408}{(28.4065 + t)^{0.9993}}$$

| | | | |
|--------------------------|----|--------------------|--------|
| T retorno (años) | 25 | Imáx (mm/h) | 106,30 |
| Dur. Lluvia (min) | 60 | | |
| Δt (min) | 5 | | |

| t (min) | I (mm/min) | Lt (mm) | LI (mm) | li (mm/min) | Iordenado | Ifinal (mm/h) |
|----------------|-------------------|----------------|----------------|--------------------|------------------|----------------------|
| 5 | 1,7717 | 8,8585 | 8,8585 | 1,7717 | 0,0293 | 1,7557 |
| 10 | 1,5412 | 15,4119 | 6,5535 | 0,6553 | 0,0485 | 2,9112 |
| 15 | 1,3638 | 20,4567 | 5,0448 | 0,3363 | 0,0899 | 5,3955 |
| 20 | 1,2230 | 24,4601 | 4,0034 | 0,2002 | 0,2002 | 12,0102 |
| 25 | 1,1086 | 27,7145 | 3,2544 | 0,1302 | 0,6553 | 39,3208 |
| 30 | 1,0137 | 30,4123 | 2,6977 | 0,0899 | 1,7717 | 106,3014 |
| 35 | 0,9339 | 32,6850 | 2,2727 | 0,0649 | 0,3363 | 20,1790 |
| 40 | 0,8656 | 34,6258 | 1,9408 | 0,0485 | 0,1302 | 7,8107 |
| 45 | 0,8067 | 36,3025 | 1,6767 | 0,0373 | 0,0649 | 3,8960 |
| 50 | 0,7553 | 37,7656 | 1,4631 | 0,0293 | 0,0373 | 2,2356 |
| 55 | 0,7101 | 39,0535 | 1,2879 | 0,0234 | 0,0234 | 1,4050 |
| 60 | 0,6699 | 40,1959 | 1,1424 | 0,0190 | 0,0190 | 1,1424 |

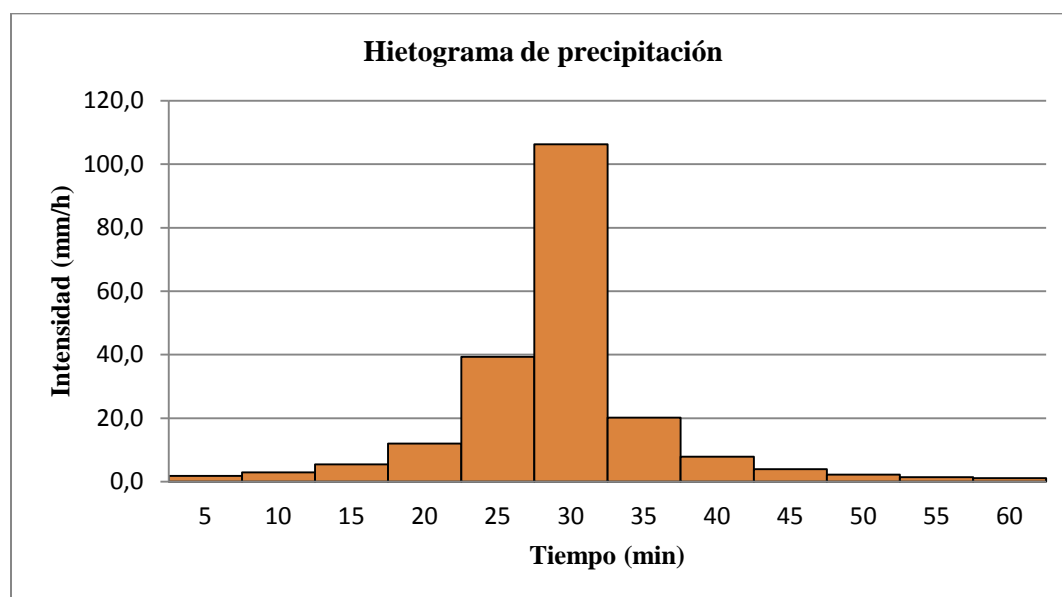


Figura 5-8: Hietograma de precipitación (Tr=25años)

Elaborado por: Nathalie Chávez P.

5.2 Evaluación hidráulica del sistema de alcantarillado

Una vez conformado el modelo y asignadas las propiedades a cada uno de los elementos de la red, se procede a realizar la simulación, a fin de identificar puntos de inundación, tramos de tubería que trabajan a presión, velocidades excesivas en los conductos y caudales en la red.

Es importante recalcar que no existen datos reales de caudales de descarga, inundaciones en pozos, presión en tuberías o niveles de flujo, con los cuales se pueda ajustar el modelo para una posterior calibración.

Para fines de modelación de la subcuenca alta del Colector Sucre, se empleó una precipitación de 1 hora de duración y el tiempo de simulación total fue de 3 horas.

La red analizada se muestra en la Figura 5-9.

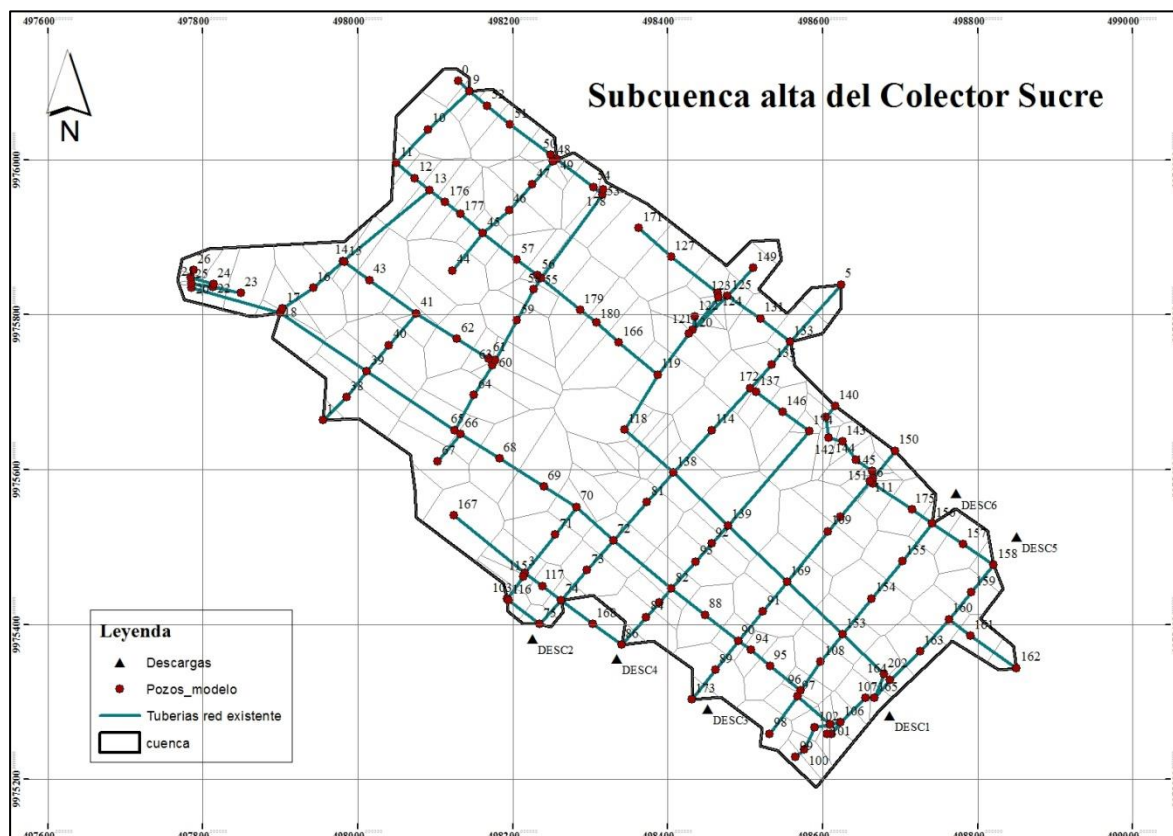


Figura 5-9: Red de alcantarillado de la subcuenca alta del Colector Sucre

5.2.1 Simulación de la red existente

De la simulación de la red combinada, se obtuvieron los siguientes resultados:

5.2.1.1 Pozos

- De los 158 pozos analizados, existen 60 pozos con problemas de inundación (41% del total de pozos). Se considera que un pozo está inundado cuando el agua llena el volumen total del pozo, sea o no que el agua desborde sobre la superficie.

- La Tabla 5-2 y la Figura 5-10 muestran 42 de los 60 los pozos que desbordan aguas residuales, con el respectivo tiempo y volumen descargado. Los restantes 18 pozos no han sido considerados para este análisis debido principalmente a que solo se llena el volumen del pozo, mas no se descarga volumen de aguas residuales al exterior.

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m ³ /s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m ³) |
|------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|---|
| 5 | 0,15 | 0,03 | 0:35 | 0,009 | 9,00 |
| 10 | 0,04 | 0,03 | 0:35 | 0,003 | 3,00 |
| 16 | 0,08 | 0,06 | 0:35 | 0,009 | 9,00 |
| 20 | 0,08 | 0,06 | 0:34 | 0,007 | 7,00 |
| 21 | 0,08 | 0,03 | 0:35 | 0,005 | 5,00 |
| 23 | 0,07 | 0,05 | 0:35 | 0,007 | 7,00 |
| 39 | 0,06 | 0,28 | 0:35 | 0,022 | 22,00 |
| 40 | 0,11 | 0,11 | 0:35 | 0,021 | 21,00 |
| 41 | 0,06 | 0,09 | 0:34 | 0,011 | 11,00 |
| 43 | 0,05 | 0,06 | 0:35 | 0,006 | 6,00 |
| 44 | 0,25 | 0,13 | 0:35 | 0,048 | 48,00 |
| 47 | 0,05 | 0,05 | 0:35 | 0,005 | 5,00 |
| 48 | 0,08 | 0,01 | 0:35 | 0,002 | 2,00 |
| 59 | 0,16 | 0,09 | 0:35 | 0,027 | 27,00 |
| 60 | 0,30 | 0,15 | 0:35 | 0,102 | 102,00 |
| 61 | 0,22 | 0,16 | 0:35 | 0,093 | 93,00 |
| 62 | 0,14 | 0,09 | 0:35 | 0,023 | 23,00 |
| 63 | 0,30 | 0,13 | 0:35 | 0,084 | 84,00 |
| 64 | 0,13 | 0,12 | 0:35 | 0,029 | 29,00 |
| 65 | 0,03 | 0,05 | 0:33 | 0,001 | 1,00 |
| 66 | 0,05 | 0,07 | 0:33 | 0,004 | 4,00 |
| 68 | 0,15 | 0,16 | 0:35 | 0,046 | 46,00 |
| 69 | 0,18 | 0,16 | 0:35 | 0,058 | 58,00 |
| 70 | 0,14 | 0,26 | 0:35 | 0,069 | 69,00 |
| 83 | 0,04 | 0,03 | 0:35 | 0,003 | 3,00 |
| 88 | 0,10 | 0,07 | 0:35 | 0,012 | 12,00 |
| 95 | 0,13 | 0,06 | 0:35 | 0,014 | 14,00 |
| 96 | 0,18 | 0,07 | 0:35 | 0,022 | 22,00 |
| 109 | 0,13 | 0,25 | 0:37 | 0,066 | 66,00 |
| 110 | 0,16 | 0,14 | 0:36 | 0,053 | 53,00 |
| 119 | 0,12 | 0,41 | 0:36 | 0,119 | 119,00 |
| 133 | 0,11 | 0,07 | 0:35 | 0,012 | 12,00 |
| 151 | 0,02 | 0,02 | 0:35 | 0,001 | 1,00 |

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m ³ /s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m ³) |
|-------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|---|
| 154 | 0,10 | 0,15 | 0:35 | 0,039 | 39,00 |
| 155 | 0,09 | 0,06 | 0:35 | 0,011 | 11,00 |
| 163 | 0,08 | 0,07 | 0:34 | 0,01 | 10,00 |
| 166 | 0,01 | 0,20 | 0:34 | 0,001 | 1,00 |
| 169 | 0,01 | 0,61 | 0:35 | 0,001 | 1,00 |
| 174 | 0,04 | 0,07 | 0:35 | 0,002 | 2,00 |
| 175 | 0,03 | 0,02 | 0:34 | 0,001 | 1,00 |
| 179 | 0,08 | 0,24 | 0:34 | 0,041 | 41,00 |
| 180 | 0,08 | 0,08 | 0:35 | 0,013 | 13,00 |
| Total | | | | 1,112 | 1112 |

Tabla 5-2: Pozos inundados en red existente

- La inundación comienza a presentarse entre los 33min y 37min de la simulación, puesto que es el tiempo en el cual la precipitación tiene sus valores pico.
- El volumen total de precipitación para la cuenca en estudio es de 5975m³.
- El volumen total de inundación para la cuenca en estudio es de 1112m³.
- Los siguientes datos caracterizan la inundación en los pozos:

| | |
|---|--------|
| Tiempo promedio de inundación (min) | 6.6 |
| Menor tiempo de inundación (min) | 1 |
| Mayor tiempo de inundación (min) | 18 |
| Menor volumen de inundación (m ³) | 1.00 |
| Mayor volumen de inundación (m ³) | 119.00 |

Tabla 5-3: Datos de inundación en pozos en red existente

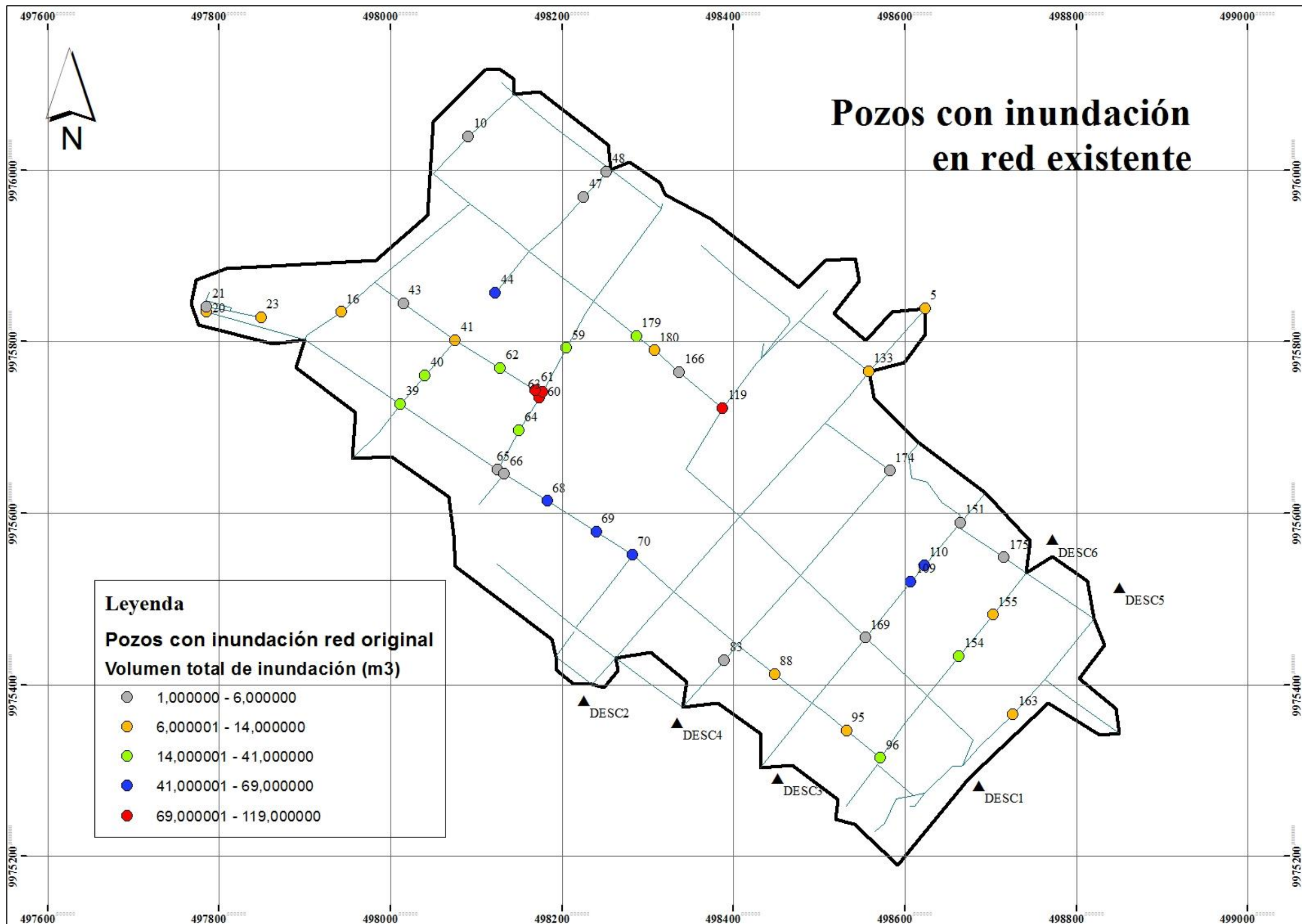


Figura 5-10: Pozos inundados en red existente

5.2.1.2 Tuberías

Velocidades máximas y mínimas

Las Normas de Diseño de Alcantarillado de la EPMAPS establecen los siguientes límites de velocidad de acuerdo a los materiales encontrados en la red (Tabla 5-4). El control de la velocidad máxima permite evitar la abrasión hidráulica, mientras que mantener una velocidad por sobre la velocidad mínima evita la sedimentación de sólidos en la tubería.

| Material | Velocidad mínima (m/s) | Velocidad máxima (m/s) |
|---|------------------------|------------------------|
| Tubería de hormigón simple hasta 60cm de diámetro | 0.60 | 4.50 |
| PEAD, PVC, PRFV | 0.60 | 7.50 |
| Hormigón armado en obra para grandes conducciones 210-240kg/cm ² (colector) | 0.60 | 6.00-6.50 |

Tabla 5-4: Velocidades máximas y mínimas según el tipo de material

Recuperado de: EMMAP, 2009

En el caso de velocidades máximas, la Tabla 5-5 muestra las tuberías en las cuales el flujo circula sobre el límite admisible.

| Tiempo de simulación (min) | Tubería | Velocidad (m/s) | Material |
|----------------------------|---------|-----------------|-----------------|
| 24-25min | 176.1 | 15.03 | Piedra |
| 33min | 177.1 | 5.19 | Hormigón simple |
| 34min | 177.1 | 5.27 | Hormigón simple |
| 35min | 177.1 | 5.46 | Hormigón simple |
| 36min | 177.1 | 5.26 | Hormigón simple |

Tabla 5-5: Tuberías con velocidades superiores al máximo en red existente

- La velocidad de flujo en la tubería 176.1 es bastante elevada, sin embargo no existe un parámetro de comparación en las Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado para conductos de piedra.
- La tubería 177.1 mantiene una velocidad sobre el límite para tuberías de hormigón simple por un tiempo de 4 minutos.

Calificación hidráulica

Del total de tuberías que constan en el modelo hidráulico (164), se han considerado para este análisis 147 tuberías (6585.60m) que corresponden a la red matriz, las restantes tuberías corresponden a las secciones del Colector Sucre y las descargas hacia los colectores adyacentes (Manosalvas y Mejía).

El Anexo 6 muestra los resultados correspondientes a la profundidad hidráulica máxima y el tiempo que la tubería trabaja a presión; parámetros utilizados para obtener la calificación hidráulica según lo indicado en la Tabla 3-1. La Figura 5-13 contiene la calificación de cada uno de los tramos de tubería.

| Calificación | Número de tuberías | Longitud de tuberías (m) | % (Lp/Lt) |
|--------------|--------------------|--------------------------|------------|
| 1 | 8 | 373,70 | 6 |
| 2 | 23 | 1020,30 | 15 |
| 3 | 31 | 1230,40 | 19 |
| 4 | 64 | 2878,00 | 44 |
| 5 | 21 | 1083,20 | 16 |
| Total | 147 | 6585,60 | 100 |

Tabla 5-6: Calificación hidráulica de tuberías en red existente

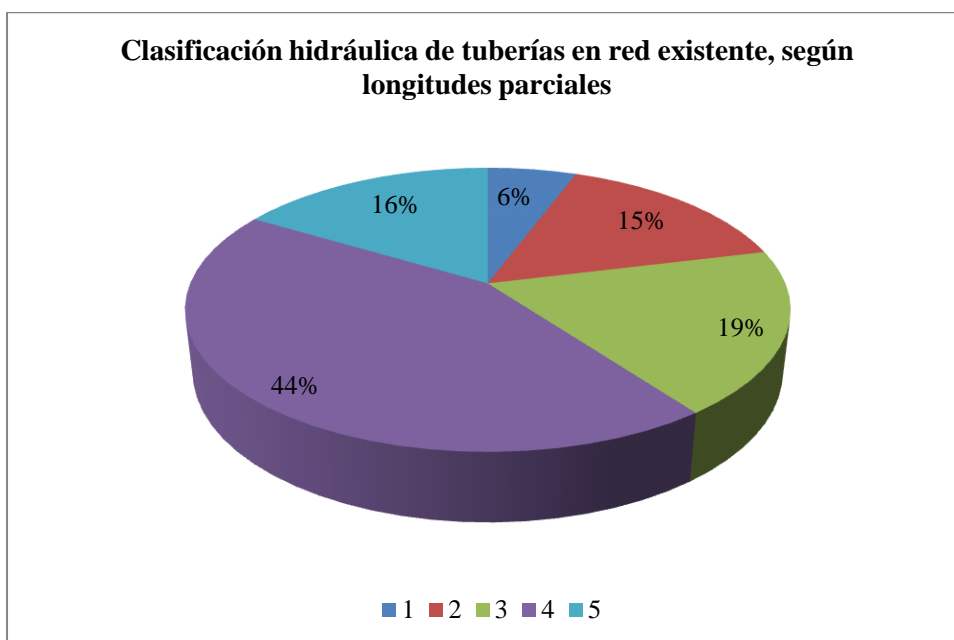


Figura 5-11: Clasificación de tuberías en red existente por calificación hidráulica

A través del análisis de los parámetros considerados, se determinó lo siguiente:

- Existen 21 tramos que tienen insuficiencia hidráulica, lo cual representa el 14% del total de tuberías (Tabla 5-7).

| Tubería | Diámetro (mm) | Sección | Longitud (m) |
|----------------|----------------------|----------------|---------------------|
| 5.1 | 150 | CIRC | 98,80 |
| 39.1 | 350 | CIRC | 136,90 |
| 39.2 | 200 | CIRC | 44,30 |
| 40.1 | 200 | CIRC | 54,20 |
| 58.1 | 400 | CIRC | 17,20 |
| 59.1 | 400 | CIRC | 45,80 |
| 60.1 | 400 | CIRC | 57,80 |
| 61.1 | 350 | CIRC | 8,40 |
| 62.1 | 350 | CIRC | 48,10 |
| 63.1 | 350 | CIRC | 8,10 |
| 64.1 | 350 | CIRC | 44,90 |
| 65.1 | 350 | CIRC | 51,60 |
| 69.1 | 300 | CIRC | 58,80 |
| 94.1 | 250 | CIRC | 31,70 |
| 95.1 | 250 | CIRC | 50,80 |
| 96.1 | 300 | CIRC | 45,40 |
| 109.1 | 400 | CIRC | 84,20 |
| 110.1 | 300 | CIRC | 24,60 |
| 114.1 | 500 | CIRC | 74,50 |
| 133.1 | 250 | CIRC | 37,30 |
| 154.1 | 500 | CIRC | 59,80 |
| Total | | | 1083,20 |

Tabla 5-7: Tuberías a ser reemplazadas

- Se requiere el aumento de diámetro en 18 tramos (12%) de tubería con calificación hidráulica 4, debido a que generan problemas de inundación en los pozos adyacentes.

| Tubería | Diámetro (mm) | Sección | Longitud (m) |
|----------------|----------------------|----------------|---------------------|
| 10.1 | 200 | CIRC | 73,20 |
| 16.1 | 200 | CIRC | 47,30 |
| 41.1 | 300 | CIRC | 61,90 |
| 43.1 | 250 | CIRC | 76,30 |
| 44.1 | 200 | CIRC | 62,10 |
| 47.1 | 200 | CIRC | 39,80 |

| Tubería | Diámetro (mm) | Sección | Longitud (m) |
|---------|---------------|---------|--------------|
| 48.1 | 200 | CIRC | 5,30 |
| 66.1 | 300 | CIRC | 59,00 |
| 68.1 | 300 | CIRC | 58,80 |
| 70.1 | 350 | CIRC | 64,20 |
| 83.1 | 300 | CIRC | 23,30 |
| 88.1 | 250 | CIRC | 55,10 |
| 113.1 | 400 | CIRC | 157,30 |
| 133.1 | 250 | CIRC | 37,30 |
| 151.1 | 350 | CIRC | 5,10 |
| 155.1 | 350 | CIRC | 62,10 |
| 163.1 | 300 | CIRC | 54,10 |
| 175.1 | 200 | CIRC | 31,20 |
| Total | | | 2056,60 |

Tabla 5-8: Tuberías con grado hidráulico 4 consideradas para reemplazo

- Al analizar los perfiles de la red existente, se pudo observar que el pozo 172 genera un tramo en contra pendiente, lo que impide que el agua se dirija correctamente hacia el colector. La Figura 5-12 muestra el perfil entre los pozos 133 y 114, mismo que deberá ser intervenido.

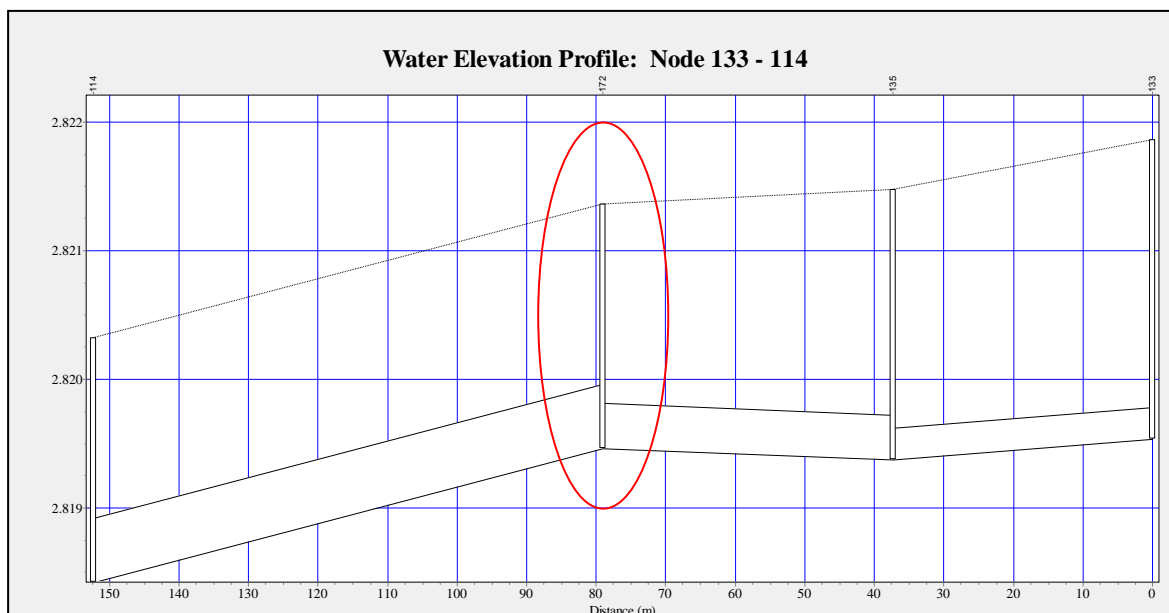


Figura 5-12: Perfil entre P133 y P114

- Estos cambios serán aplicados en el modelo que se desarrollará aplicando los respectivos planes de rehabilitación. La Figura 5-14 muestra los tramos a ser intervenidos.

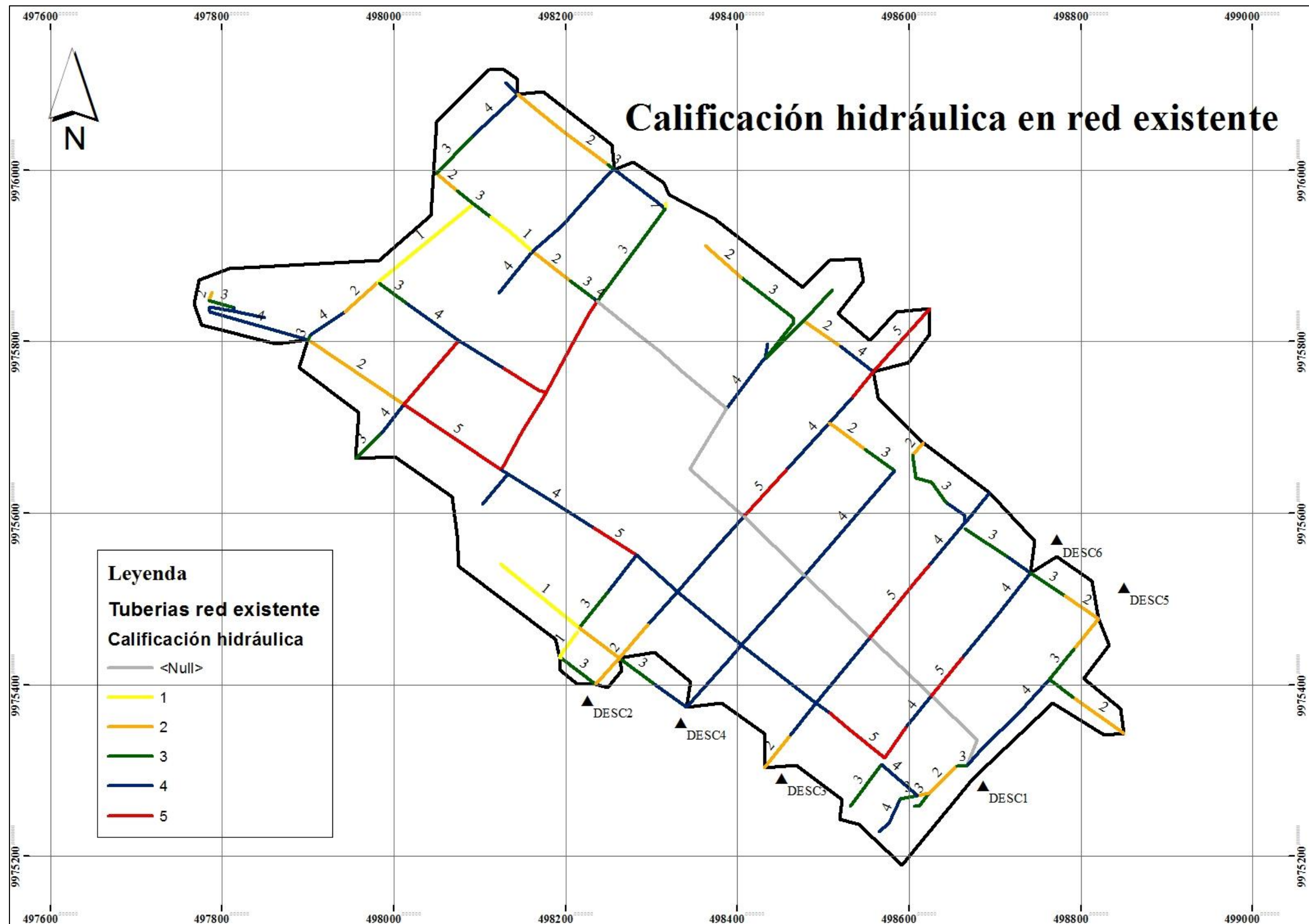


Figura 5-13: Calificación hidráulica de tuberías en red existente

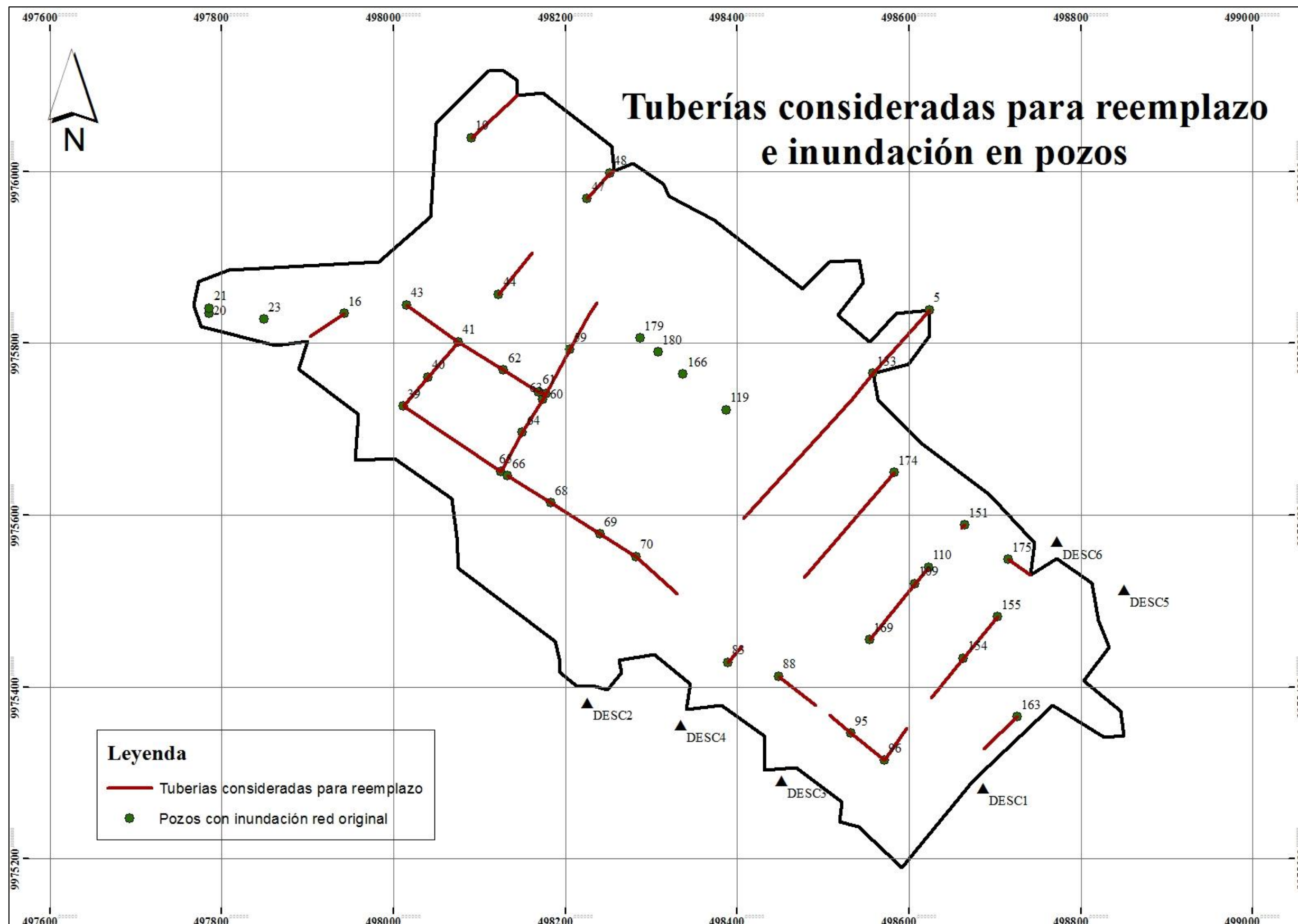


Figura 5-14: Tuberías consideradas para reemplazo a partir de la red existente

5.2.1.3 Descargas

Analizando la condición de la descarga de la red es importante señalar que se han considerado 6 descargas en total. La descarga principal (DESC1) es aquella que conecta las cuencas de aportación alta y baja del Colector Sucre, mientras que las restantes 5 descargas se ubican lateralmente y conducen sus caudales al Colector 24 de Mayo o al Colector Mejía. La Figura 5-15 muestra los caudales en la descarga principal, mismo que alcanza el máximo valor de $4.32\text{m}^3/\text{s}$, el cual resulta muy similar a los resultados obtenidos de la modelación que realizó el PSA para realizar el reforzamiento del Colector Sucre⁵.

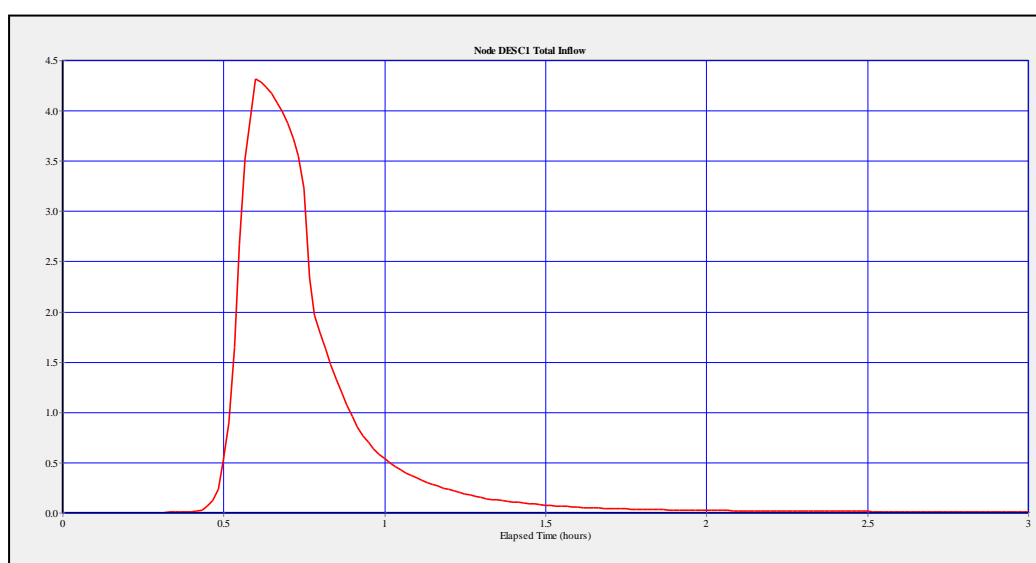


Figura 5-15: Caudal en la descarga principal

Como se muestra en la Tabla 5-9, la descarga principal (DESC1) abarca casi en su totalidad al volumen de aguas servidas y aguas residuales que se generan en la cuenca.

| Descarga | Volumen Total (m^3) | Porcentaje |
|----------|--------------------------------|------------|
| DESC1 | 4770 | 97 |
| DESC2 | 46 | 1 |
| DESC3 | 8 | 0 |
| DESC4 | 82 | 2 |
| DESC5 | 14 | 0 |
| DESC6 | 4 | 0 |
| Total | 4924 | |

Tabla 5-9: Volúmenes de descarga

⁵ El estudio del PSA reportó un caudal de $4.83\text{ m}^3/\text{s}$ para el punto considerado como descarga.

5.2.2 Escenarios de simulación

Aplicando las modificaciones indicadas en el Capítulo 3 para cada uno de los escenarios de simulación, se obtienen los siguientes resultados:

5.2.2.1 Pozos

La Tabla 5-10 muestra los pozos inundados en cada escenario de simulación:

| Escenario 1 | | Escenario 2 | | Escenario 3 | | Escenario 4 | |
|--------------|---|-------------|---|-------------|---|-------------|---|
| Pozo | Volumen total de inundación (m ³) | Pozo | Volumen total de inundación (m ³) | Pozo | Volumen total de inundación (m ³) | Pozo | Volumen total de inundación (m ³) |
| 17 | 3,00 | 23 | 6,00 | 23 | 6,00 | 23 | 6,00 |
| 20 | 7,00 | 56 | 12,00 | 56 | 12,00 | 59 | 23,00 |
| 21 | 5,00 | 58 | 19,00 | 58 | 19,00 | 60 | 53,00 |
| 23 | 7,00 | 59 | 51,00 | 59 | 51,00 | 61 | 120,00 |
| 44 | 10,00 | 60 | 53,00 | 60 | 53,00 | 62 | 6,00 |
| 56 | 6,00 | 61 | 120,00 | 61 | 120,00 | 63 | 102,00 |
| 58 | 18,00 | 62 | 6,00 | 62 | 6,00 | 64 | 8,00 |
| 59 | 50,00 | 63 | 102,00 | 63 | 102,00 | 68 | 1,00 |
| 60 | 52,00 | 64 | 8,00 | 64 | 8,00 | 69 | 17,00 |
| 61 | 119,00 | 68 | 1,00 | 68 | 1,00 | 70 | 24,00 |
| 62 | 5,00 | 69 | 17,00 | 69 | 17,00 | 88 | 2,00 |
| 63 | 97,00 | 70 | 24,00 | 70 | 24,00 | 93 | 1,00 |
| 64 | 1,00 | 88 | 3,00 | 88 | 3,00 | 96 | 10,00 |
| 69 | 10,00 | 93 | 1,00 | 93 | 1,00 | 119 | 7,00 |
| 70 | 46,00 | 96 | 87,00 | 96 | 37,00 | | |
| 72 | 66,00 | 109 | 127,00 | 109 | 132,00 | | |
| 96 | 32,00 | 119 | 138,00 | 119 | 138,00 | | |
| 108 | 38,00 | 154 | 74,00 | 153 | 1,00 | | |
| 109 | 114,00 | 166 | 1,00 | 154 | 99,00 | | |
| 110 | 8,00 | 169 | 2,00 | 166 | 1,00 | | |
| 119 | 139,00 | 174 | 1,00 | 169 | 2,00 | | |
| 154 | 38,00 | 179 | 119,00 | 174 | 1,00 | | |
| 166 | 1,00 | 180 | 16,00 | 179 | 119,00 | | |
| 169 | 2,00 | | | 180 | 16,00 | | |
| 174 | 3,00 | | | | | | |
| 179 | 118,00 | | | | | | |
| 180 | 16,00 | | | | | | |
| Total | 1011,00 | | 988,00 | | 969,00 | | 380,00 |

Tabla 5-10: Pozos inundados según los escenarios de simulación

- Los siguientes datos caracterizan la inundación en pozos:

| Parámetro | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 |
|--|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Número de pozos inundados | 27 | 23 | 24 | 14 |
| Tiempo promedio de inundación (min) | 5.4 | 4.8 | 4.8 | 4.2 |
| Menor tiempo de inundación (min) | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 1.2 |
| Mayor tiempo de inundación (min) | 10.8 | 9.6 | 9.6 | 9.6 |
| Menor volumen de inundación (m³) | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Mayor volumen de inundación (m³) | 139.00 | 138.00 | 138.00 | 120.00 |
| Volumen total de inundación (m³) | 1011 | 988 | 969 | 380 |
| Reducción de volumen de inundación | 9% | 11% | 13% | 66% |

Tabla 5-11: Datos de inundación en pozos según los escenarios de simulación

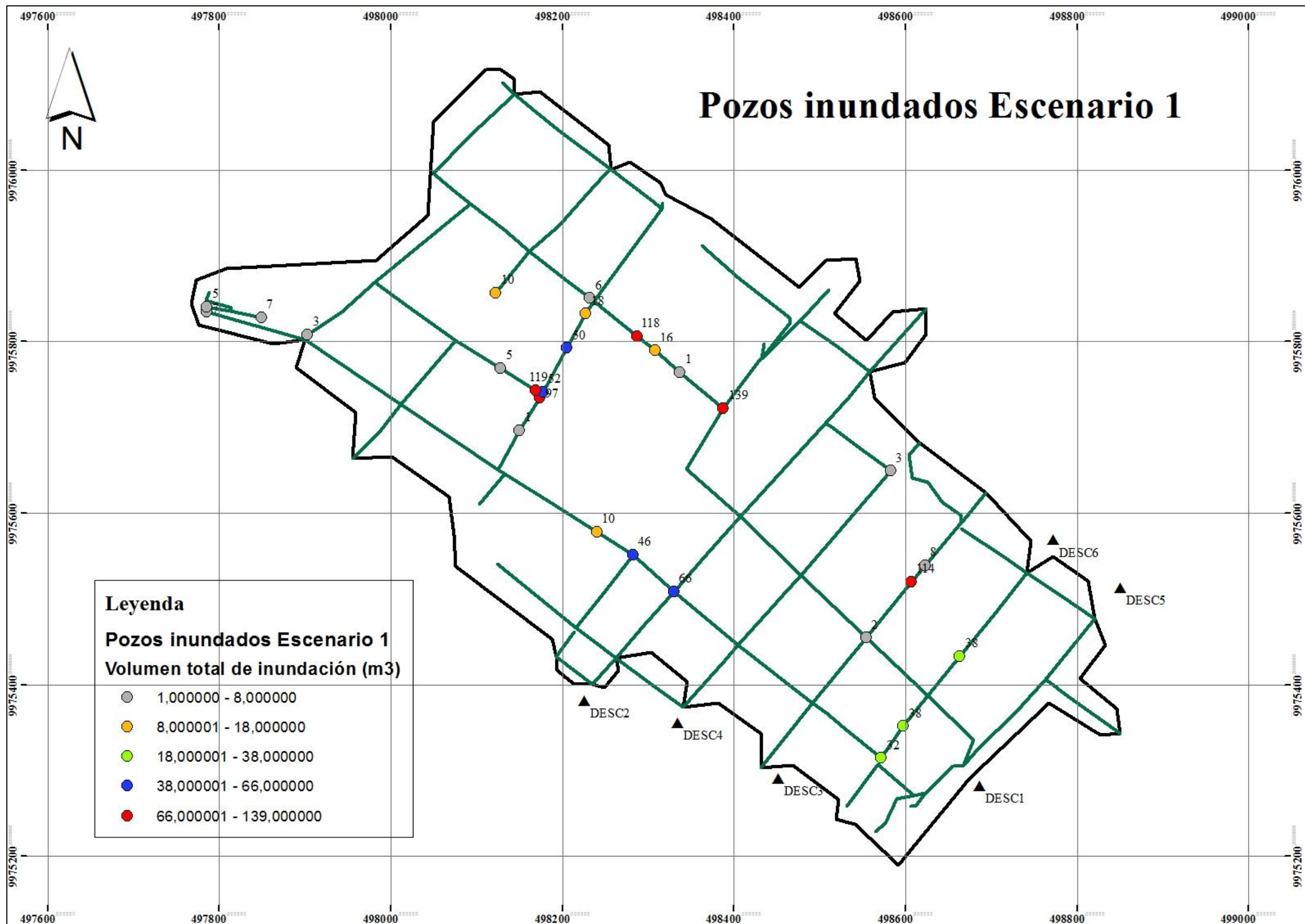


Figura 5-16: Pozos inundados Escenario 1

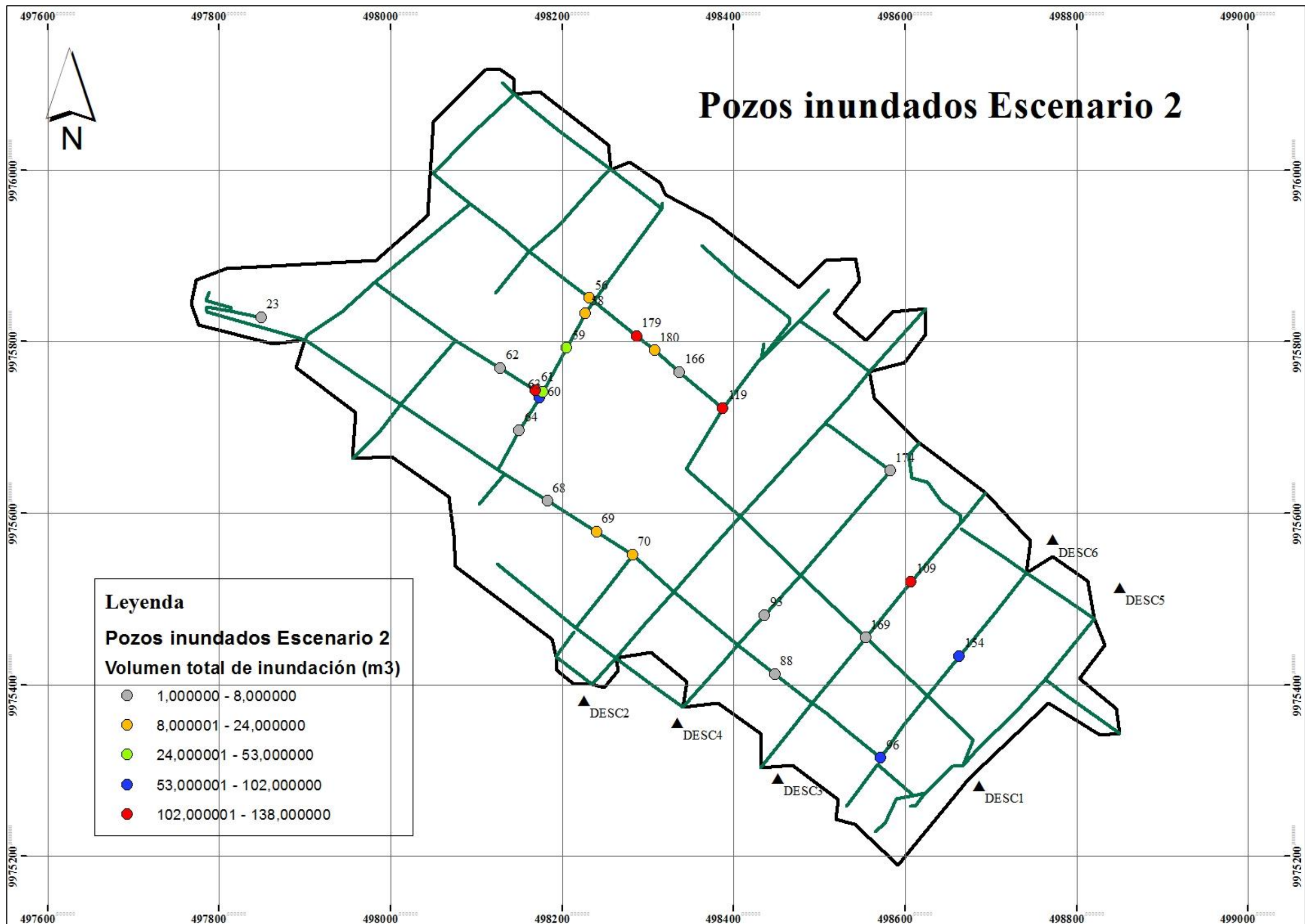


Figura 5-17: Pozos inundados Escenario 2

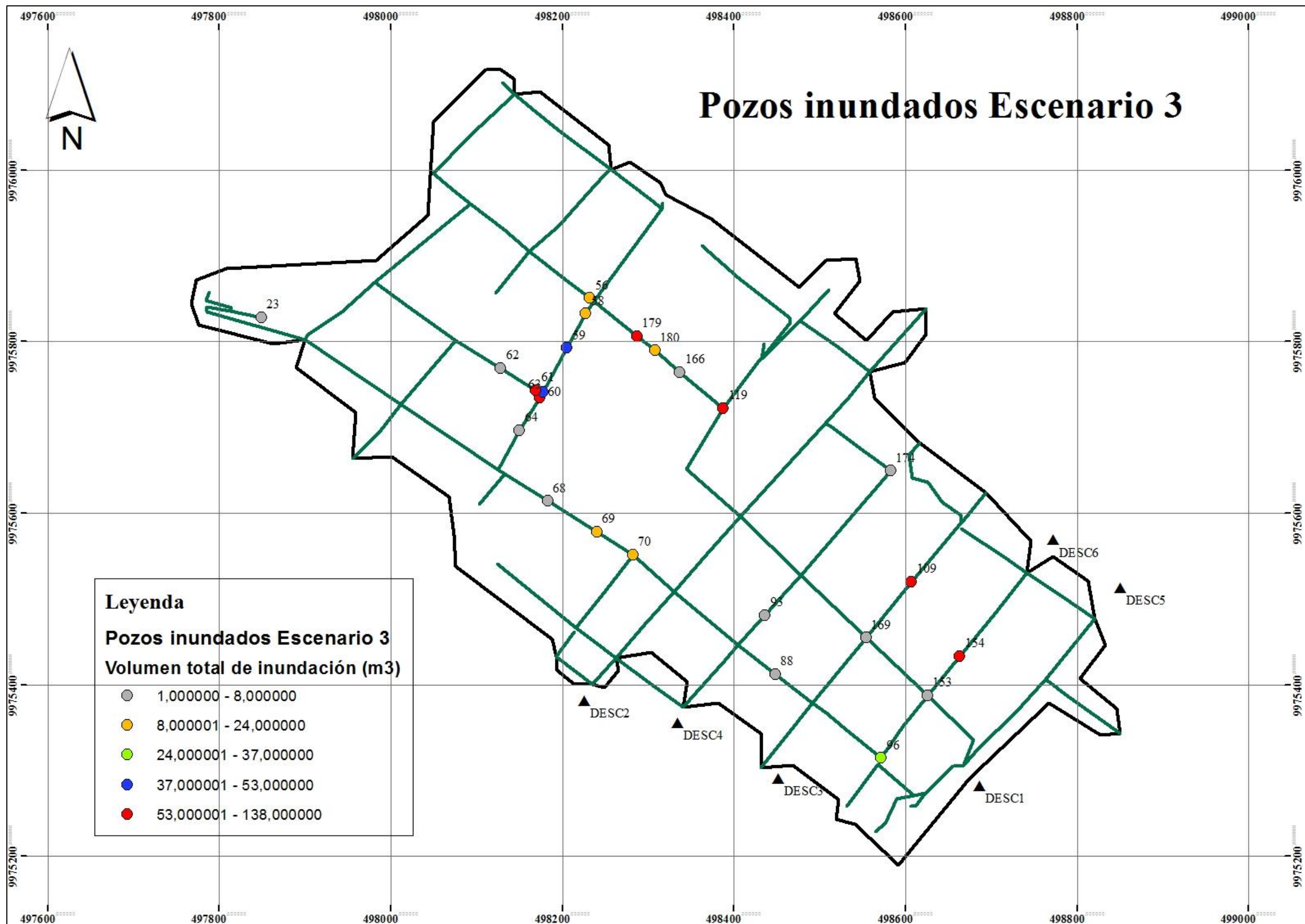


Figura 5-18: Pozos inundados Escenario 3

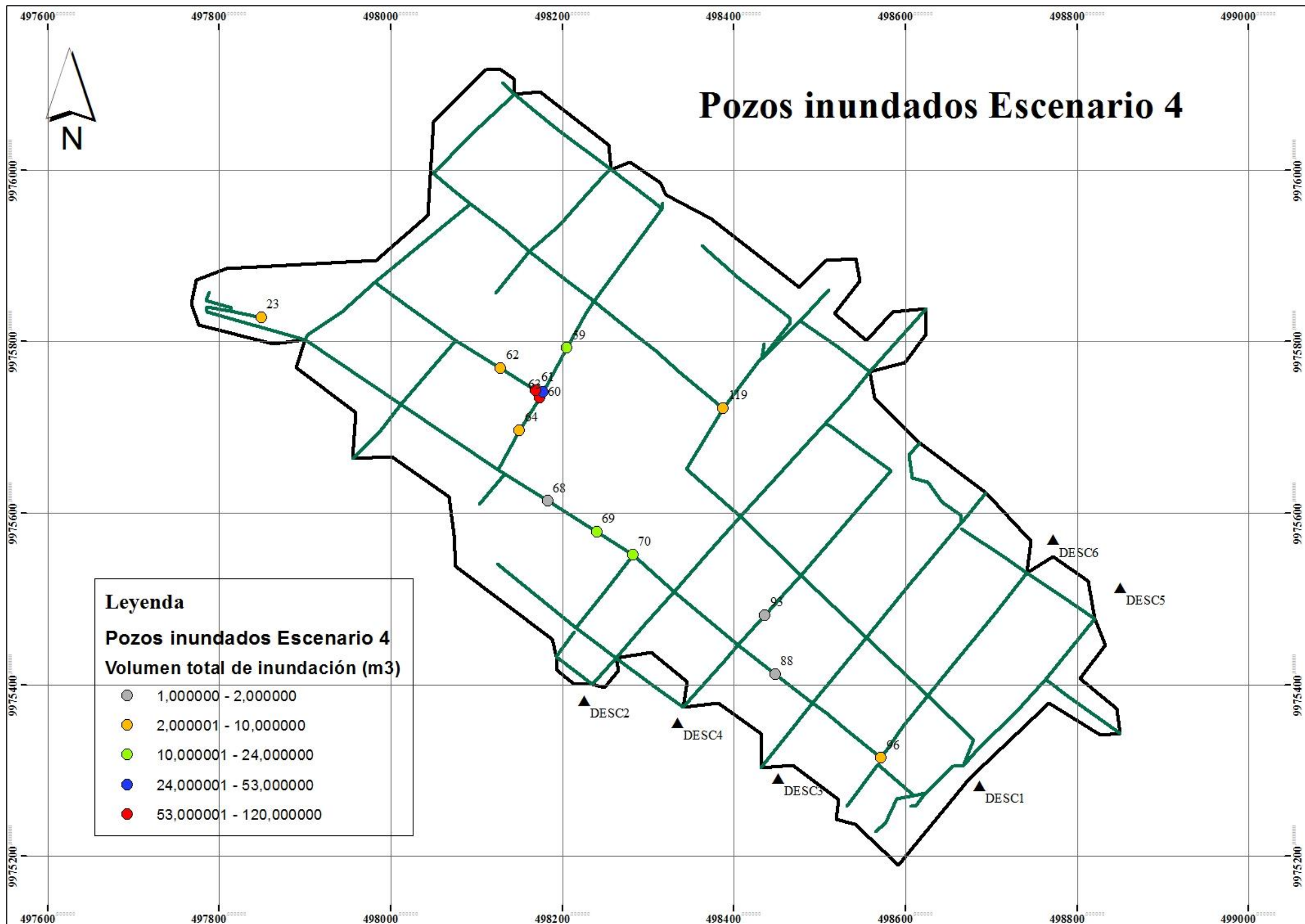


Figura 5-19: Inundación en pozos Escenario 4

5.2.2.2 Tuberías

Perfiles

De acuerdo a lo observado en la simulación de la red existente, se modificó el perfil entre los pozos P133 y P114, obteniéndose el siguiente resultado:

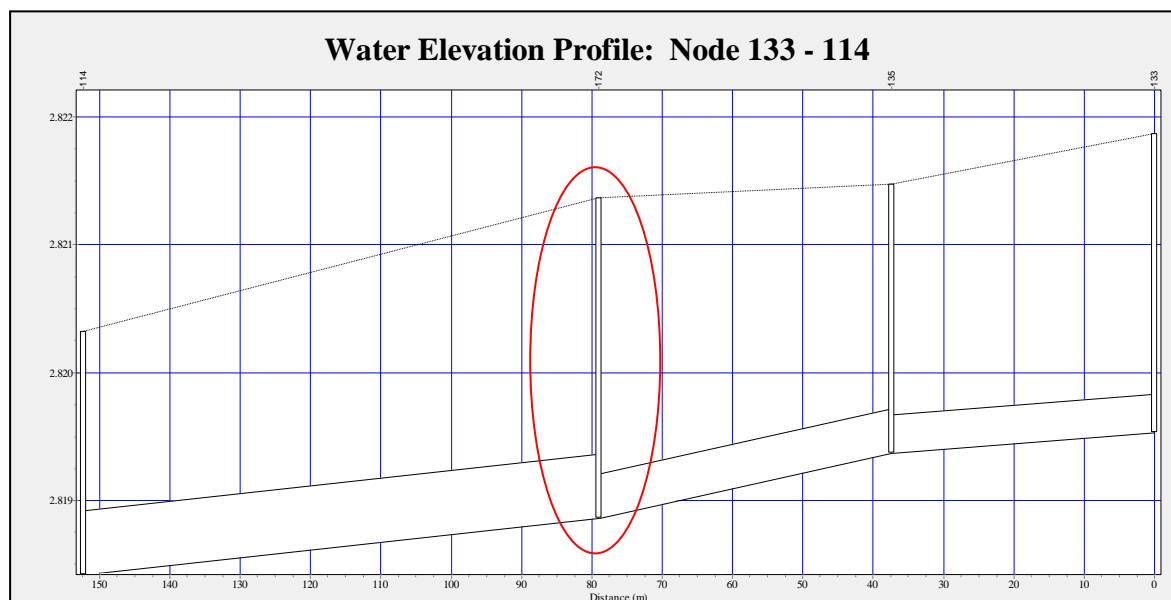


Figura 5-20: Perfil modificado entre P133 y P114

La cota del invert del pozo 172 cambió a los 2818.86msnm y la altura del pozo a 2.50m, con estas modificaciones se asegura que el flujo no se retiene en el pozo 135.

Velocidad máxima

De acuerdo a los criterios de velocidad máxima para cada uno de los materiales de tuberías existentes, se obtuvieron las siguientes observaciones:

| Escenario | Tiempo de simulación (min) | Tubería | Velocidad (m/s) | Material |
|-----------|----------------------------|---------|-----------------|-----------------|
| 1 | 24-25min | 176.1 | 15.03 | Piedra |
| | 35min | 177.1 | 5.08 | Hormigón simple |
| | | 15.1 | 4.71 | Hormigón simple |
| 2 | 35min | 15.1 | 4.71 | Hormigón simple |
| | | 176.1 | 15.11 | Piedra |
| | | 177.1 | 5.80 | Hormigón simple |
| 3 | 35min | 15.1 | 4.71 | Hormigón simple |

| Escenario | Tiempo de simulación (min) | Tubería | Velocidad (m/s) | Material |
|-----------|----------------------------|---------|-----------------|-----------------|
| 3 | 35min | 176.1 | 15.11 | Piedra |
| | | 177.1 | 5.80 | Hormigón simple |
| 4 | 35min | 15.1 | 4.71 | Hormigón simple |
| | | 176.1 | 15.11 | Piedra |
| | | 177.1 | 5.80 | Hormigón simple |

Tabla 5-12: Velocidades máximas en según escenarios de simulación

- La tubería 176.1 mantiene una alta velocidad en todos los escenarios de simulación y varía de 15.03 a 15.11m/s.
- La tubería 177.1 sobrepasa la velocidad máxima para tuberías de hormigón simple en los cuatro escenarios de simulación, alcanzando el valor máximo de 5.80m/s.
- El flujo en la tubería 15.1 alcanza la velocidad máxima de 4.71 m/s, y se mantiene por sobre el límite admisible durante 2 minutos aproximadamente en cada escenario.

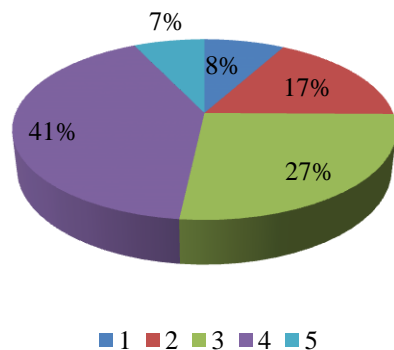
Calificación hidráulica

En base a los resultados obtenidos de profundidad hidráulica máxima y tiempo de trabajo a presión de las tuberías (Anexos 7-10), se establece la siguiente calificación hidráulica para las tuberías de la red matriz:

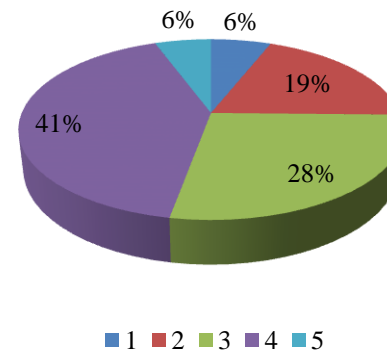
| Calificación Escenario | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | |
|---------------------------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|
| | # | Long. (m) | # | Long. (m) | # | Long. (m) | # | Long. (m) | # | Long. (m) |
| 1 | 10 | 531,60 | 25 | 1126,10 | 40 | 1749,50 | 61 | 2707,40 | 11 | 471,00 |
| 2 | 9 | 396,90 | 27 | 1269,20 | 43 | 1815,50 | 59 | 2732,10 | 9 | 371,90 |
| 3 | 9 | 396,90 | 2 | 1269,20 | 43 | 1815,50 | 61 | 2861,70 | 7 | 242,30 |
| 4 | 9 | 396,60 | 29 | 1379,00 | 46 | 2071,50 | 58 | 2600,90 | 5 | 137,30 |

Tabla 5-13: Calificación hidráulica de tuberías según escenarios de simulación

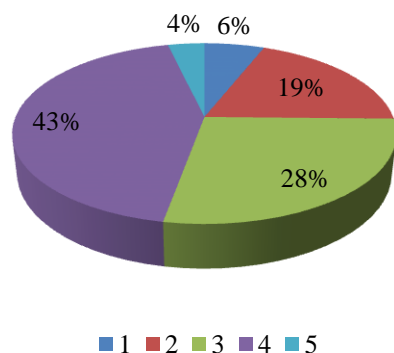
Clasificación tuberías en el Escenario 1 por calificación hidráulica



Clasificación tuberías en el Escenario 2 por calificación hidráulica



Clasificación tuberías en el Escenario 3 por calificación hidráulica



Clasificación tuberías en el Escenario 4 por calificación hidráulica

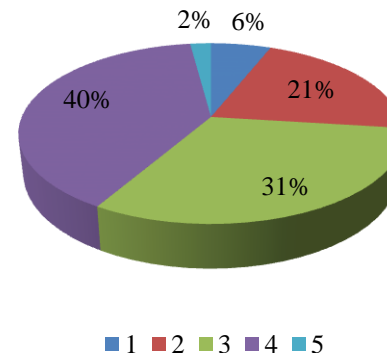


Figura 5-21: Clasificación de tuberías según escenario de simulación por calificación hidráulica, de acuerdo a la longitud

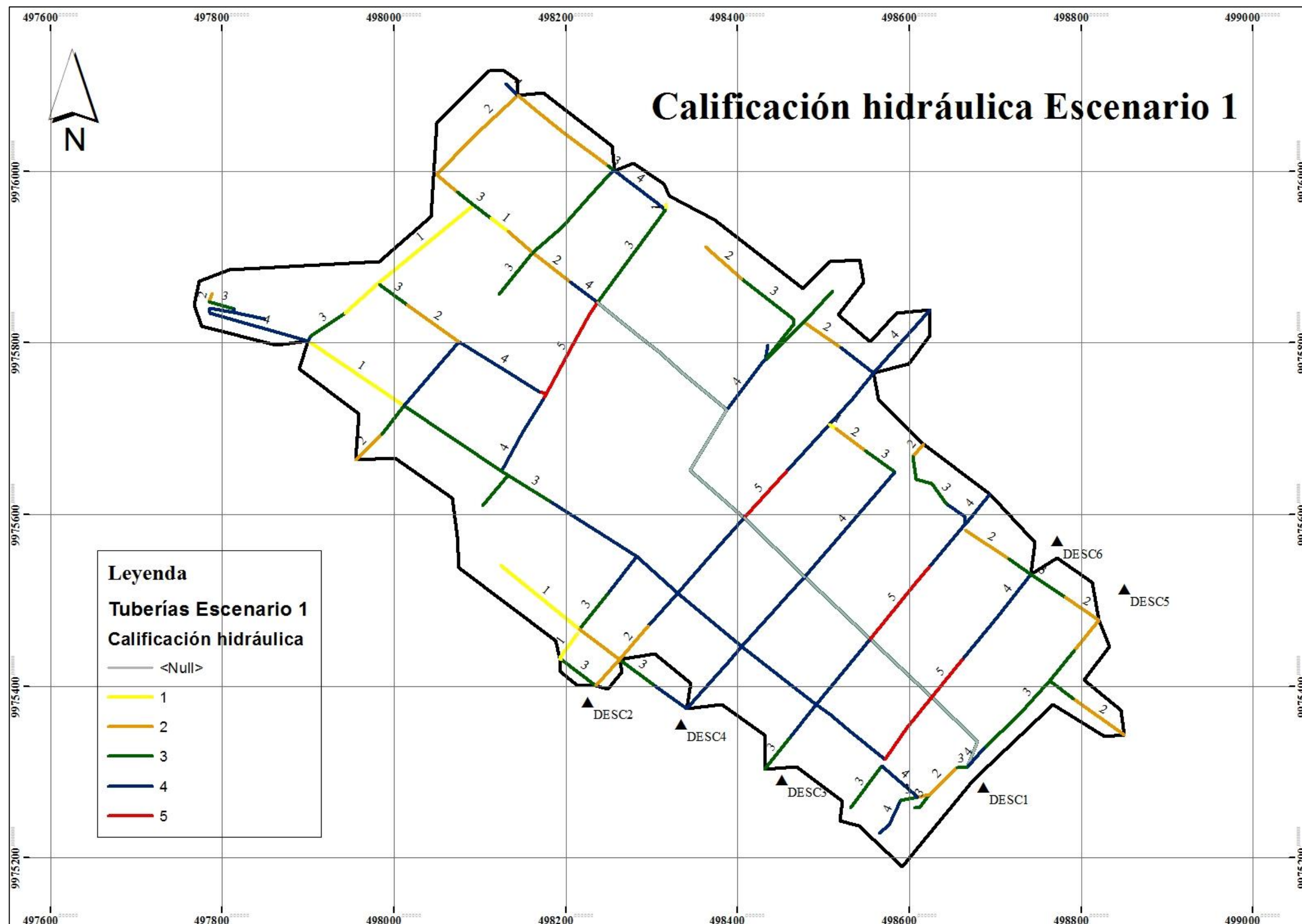


Figura 5-22: Calificación hidráulica Escenario 1

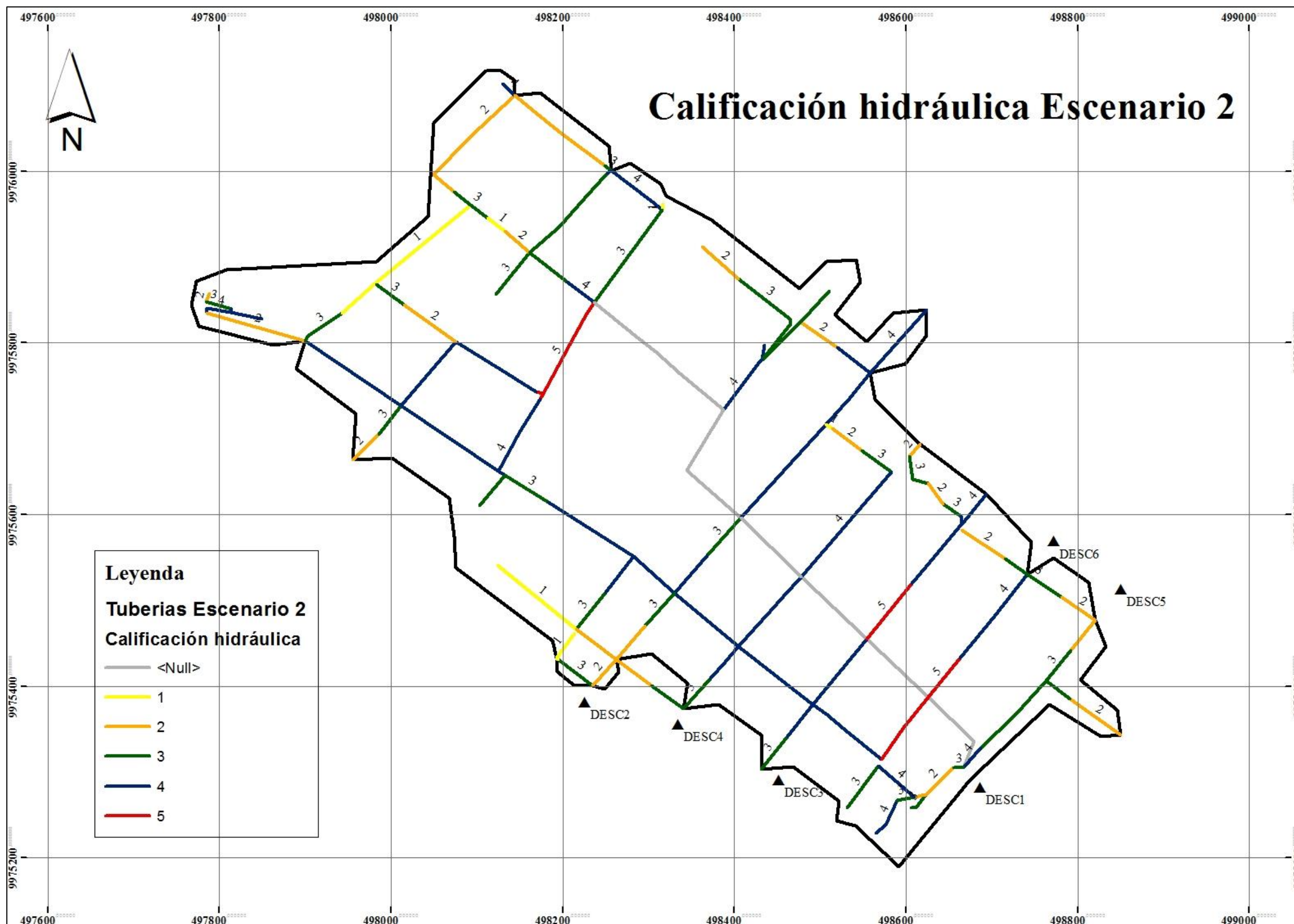


Figura 5-23: Calificación hidráulica Escenario 2

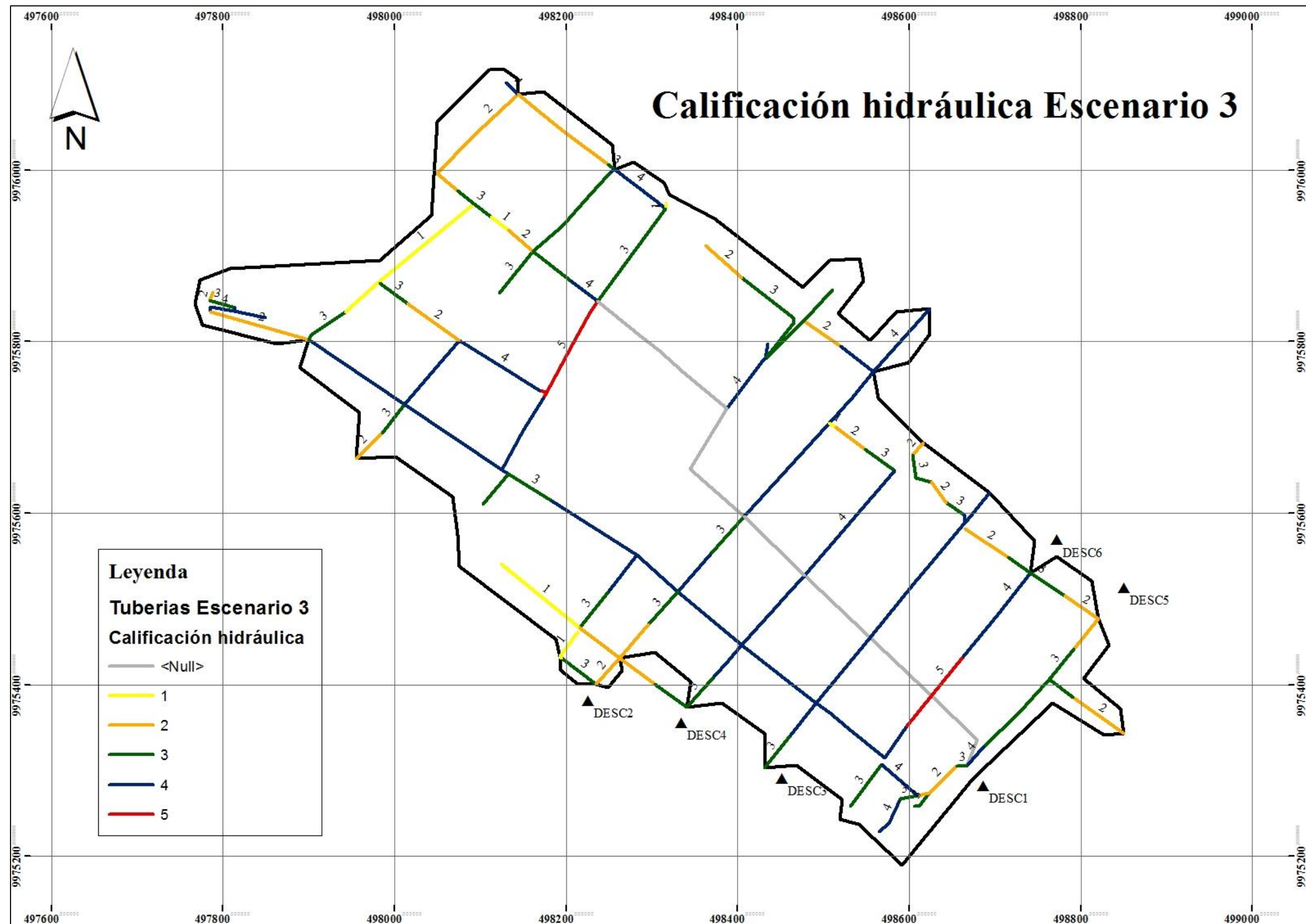


Figura 5-24: Calificación hidráulica Escenario 3

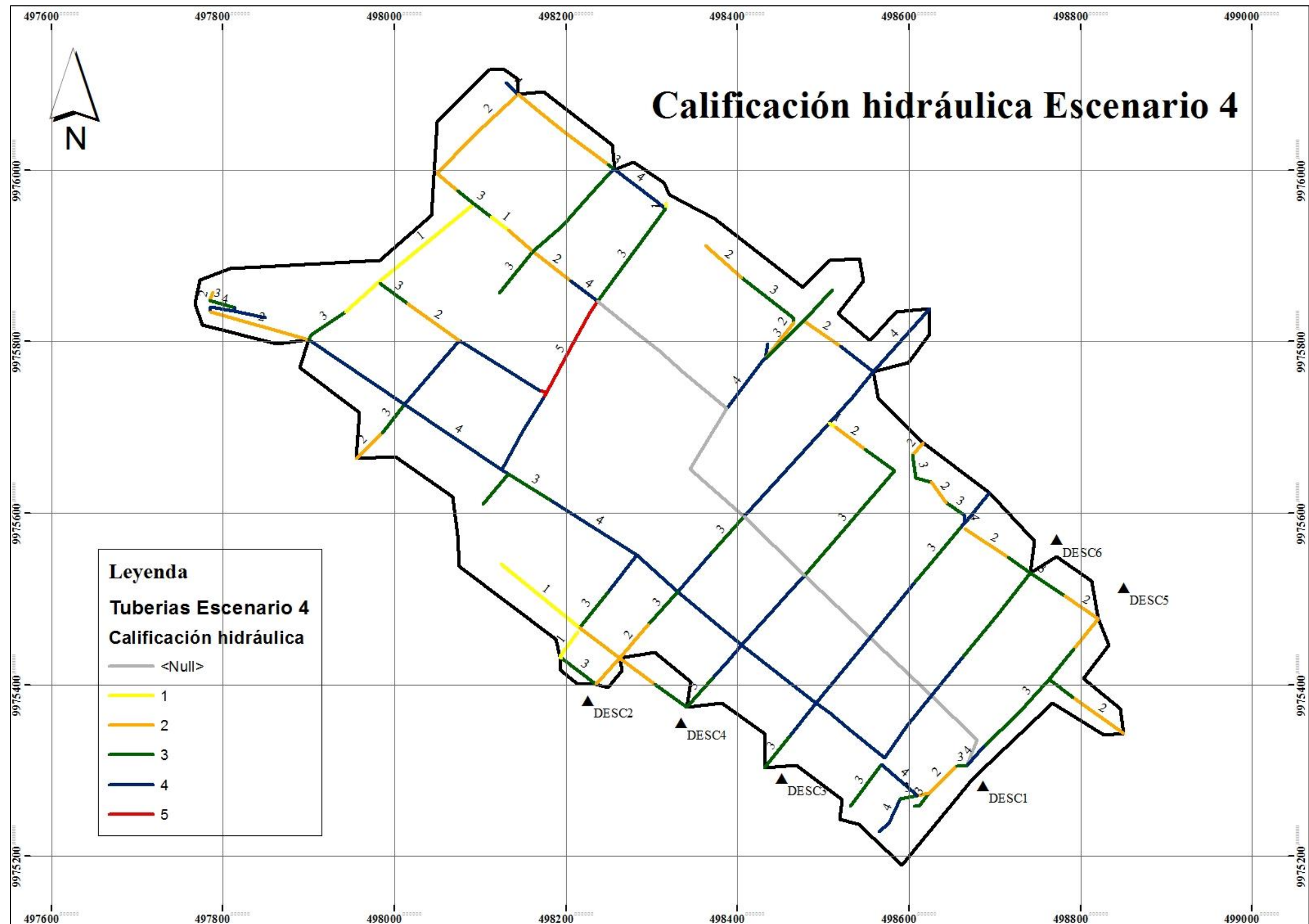


Figura 5-25: Calificación hidráulica Escenario 4

5.2.2.3 Descargas

- Para la descarga principal, el caudal máximo alcanza los siguientes valores máximos según el escenario:

| Escenario | Caudal máximo (m ³ /s) |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 4.43 |
| 2 | 4.48 |
| 3 | 4.50 |
| 4 | 6.56 |

Tabla 5-14: Caudales en la descarga principal según los escenarios de simulación

- El volumen total de flujo combinado que se desaloja a través de las descargas se muestra en la Tabla 5-15 según cada uno de los escenarios de simulación.

| Descarga | Volumen Total (m ³) | | | |
|---------------------|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Escenario 1 | Escenario 2 | Escenario 3 | Escenario 4 |
| DESC1 | 4871 | 4891 | 4910 | 5496 |
| DESC2 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| DESC3 | 8 | 12 | 12 | 10 |
| DESC4 | 79 | 74 | 74 | 74 |
| DESC5 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| DESC6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 5018 | 5037 | 5056 | 5640 |
| Vd*/Vp** (%) | 84.0% | 84.3% | 84.6% | 94.4% |

Tabla 5-15: Volumen total en las descargas según los escenarios de simulación

*Vd: volumen descargado

**Vp: volumen precipitado (5975 m³)

- Para todos los casos analizados, la descarga principal (DESC1) conduce el 97% de todo el volumen de flujo combinado que se genera en la cuenca.

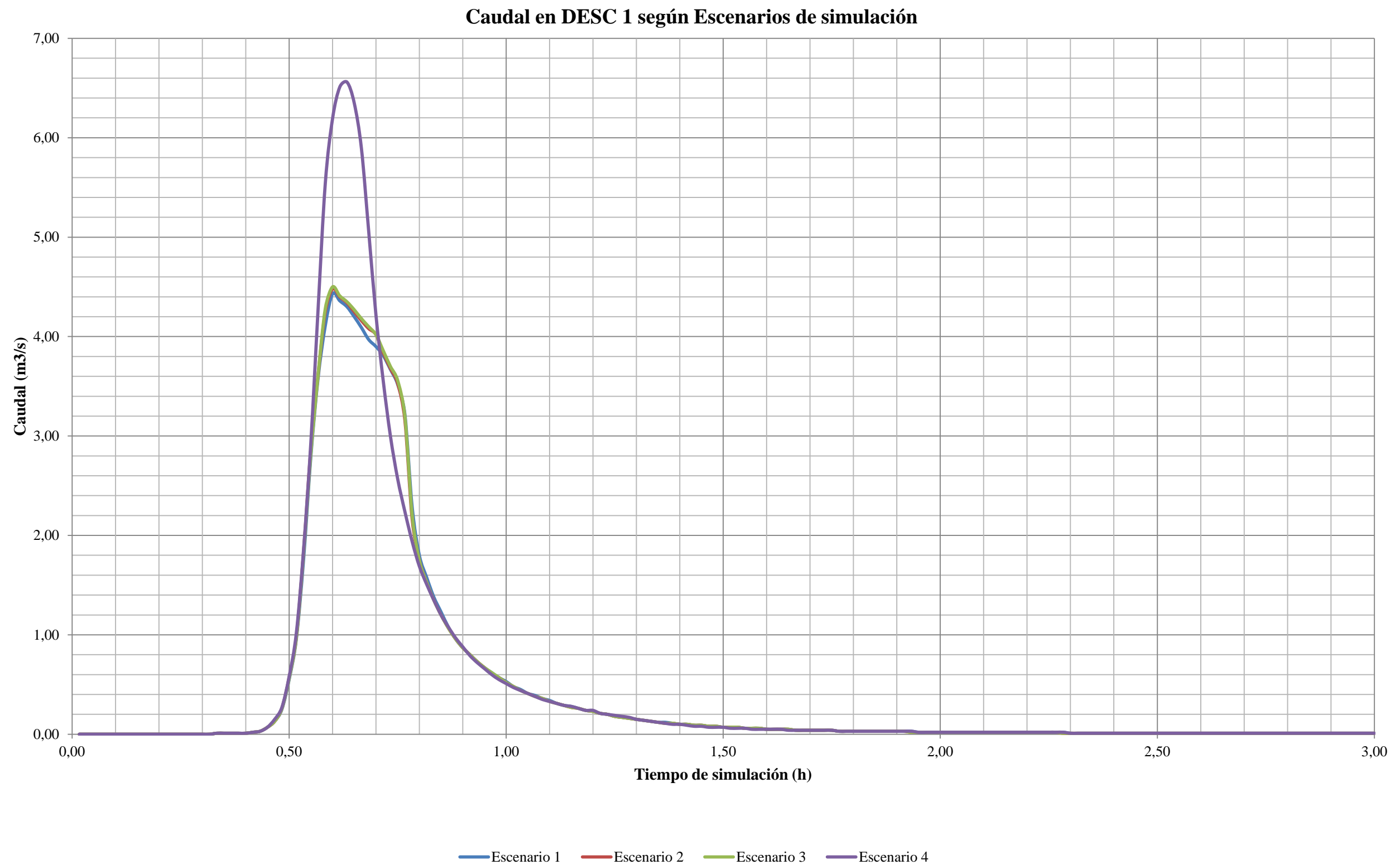


Figura 5-26: Caudal en DESC 1 según Escenarios de Simulación

5.3 Evaluación estructural y operacional del sistema de alcantarillado

A partir de la inspección televisiva en las tuberías matrices de alcantarillado, se han obtenido los siguientes resultados:

- De las 147 tuberías que conforman la red matriz de alcantarillado de la subcuenca en estudio, han sido inspeccionadas 116 (79% del total). En total se inspeccionaron 5539,30 m de tuberías de red matriz.
- Las tuberías no inspeccionadas presentan varios defectos operativos como: conexiones penetrantes, cruce de servicios en la boca de los pozos, exceso de sedimentos, entre otros., los cuales impidieron el ingreso de las cámaras hacia las tuberías o permitieron un avance menor al 20% de la longitud total del tramo.
- Los defectos estructurales y operativos que se presentaron con mayor frecuencia en las tuberías inspeccionadas fueron:

| Defecto estructural | Simbología | Calificación estructural |
|---|------------|--------------------------|
| Juntas separadas medianas y grandes | JSM / JSL | 1-2 |
| Aumento de rugosidad por causas mecánicas | SRIM | 1 |
| Agregado visible por causas mecánicas | SAVM | 3 |
| Agujeros | H | 3-5 |
| Agujeros con suelo visible | HSV | 5 |

Tabla 5-16: Defectos estructurales más comunes en tuberías inspeccionadas

| Defecto operativo | Simbología | Calificación operativa |
|---|------------|------------------------|
| Depósitos asentados | DS | 2-5 |
| Infiltración por mancha | IS | - |
| Obstáculos/Obstrucciones por desechos de construcción | OBN | 2-5 |

Tabla 5-17: Defectos operativos más comunes en tuberías inspeccionadas

| Defecto de construcción | Simbología | Calificación operativa |
|---------------------------------|------------|------------------------|
| Acometida por rotura defectuosa | TBD | 3 |
| Acometida por rotura penetrante | TBI | 2-5 |
| Sello penetrante / Lechada | ISGT | 2-5 |

Tabla 5-18: Defectos de construcción más comunes en tuberías inspeccionadas

- De acuerdo a la normativa PACP (Anexo11), se han obtenido las siguientes calificaciones rápidas estructurales y operativas para los tramos inspeccionados:

| Nombre tubería | Calif estructural | Calif operación |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| 1.1 | 511G | 3421 |
| 3.1 | 2111 | 2200 |
| 3.2 | 311F | 5131 |
| 5.1 | 3221 | 44331 |
| 9.1 | 1H00 | 3322 |
| 10.1 | 5132 | 4137 |
| 11.1 | 3417 | 5141 |
| 11.2 | 1E00 | 5400 |
| 12.1 | 1I00 | 2200 |
| 13.1 | 1B00 | 2D00 |
| 14.1 | 5122 | 2A00 |
| 14.2 | 513C | 3125 |
| 14.3 | 1300 | 0000 |
| 16.1 | 5341 | 2800 |
| 17.1 | 1400 | 0000 |
| 18.1 | 331E | 4331 |
| 20.1 | 513E | 4132 |
| 21.1 | 2413 | 2100 |
| 22.1 | 3124 | 0000 |
| 23.1 | 311C | 423C |
| 24.1 | 0000 | 3200 |
| 25.1 | 3123 | 2800 |
| 26.1 | 211A | 3324 |
| 38.1 | 513A | 3525 |
| 39.1 | 3F1Z | 312B |
| 39.2 | 5138 | 3122 |
| 40.1 | 423F | 3424 |
| 41.1 | 3C1E | 5238 |
| 44.1 | 413G | 5141 |
| 46.1 | 231E | 1A00 |
| 46.2 | 211D | 332A |
| 47.1 | 3E1E | 3126 |
| 48.1 | 1400 | 0000 |
| 49.1 | 3F21 | 3125 |
| 50.1 | 1A00 | 0000 |
| 51.1 | 5141 | 3A26 |
| 52.1 | 211K | 3321 |

| Nombre tubería | Calif estructural | Calif operación |
|---------------------------|------------------------------|------------------------|
| 56.1 | 1700 | 3400 |
| 57.1 | 523C | 4133 |
| 58.1 | 4131 | 4634 |
| 59.1 | 5131 | 3528 |
| 60.1 | 1Q00 | 4B31 |
| 61.1 | 5141 | 0000 |
| 62.1 | 3F29 | 4133 |
| 63.1 | 1300 | 2100 |
| 64.1 | 311M | 312C |
| 65.1 | 3B1E | 3400 |
| 65.2 | 1700 | 2200 |
| 66.1 | 3C21 | 3523 |
| 67.1 | 5236 | 3325 |
| 68.1 | 513F | 3824 |
| 69.1 | 3D1J | 3A24 |
| 70.1 | 513B | 413A |
| 71.1 | 1700 | 3200 |
| 72.1 | 5243 | 3A2A |
| 72.2 | 3721 | 3125 |
| 73.1 | 513E | 3428 |
| 74.1 | 5231 | 3326 |
| 74.2 | 221O | 3423 |
| 81.1 | 5132 | 3221 |
| 82.1 | 3122 | 312B |
| 82.2 | 321O | 3A25 |
| 83.1 | 1F00 | 3124 |
| 84.1 | 221F | 3224 |
| 86.1 | 331N | 3224 |
| 88.1 | 5342 | 392B |
| 89.1 | 331N | 342A |
| 90.1 | 513A | 2600 |
| 90.2 | 211L | 3323 |
| 91.1 | 1C00 | 3321 |
| 93.1 | 3322 | 3223 |
| 94.1 | 423C | 352A |
| 95.1 | 5231 | 5135 |
| 96.1 | 311M | 4134 |
| 97.1 | 281F | 3127 |
| 98.1 | 1I00 | 5333 |
| 100.1 | 1I00 | 3127 |
| 101.1 | 1500 | 0000 |

| Nombre tubería | Calif estructural | Calif operación |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| 102.1 | 1A00 | 2200 |
| 105.1 | 1600 | 5531 |
| 106.1 | 5121 | 3221 |
| 108.1 | 341M | 3222 |
| 109.1 | 211S | 352A |
| 113.1 | 3422 | 5141 |
| 114.1 | 381J | 392A |
| 116.1 | 3D23 | 5341 |
| 117.1 | 341H | 3623 |
| 120.1 | 5239 | 362A |
| 121.1 | 0000 | 3400 |
| 124.1 | 2200 | 3400 |
| 125.1 | 4136 | 5132 |
| 125.2 | 3G22 | 2100 |
| 127.1 | 3100 | 3I22 |
| 131.1 | 513D | 5133 |
| 133.1 | 1500 | 5133 |
| 137.1 | 1500 | 2300 |
| 140.1 | 1B00 | 2200 |
| 141.1 | 311D | 3227 |
| 142.1 | 1B00 | 2200 |
| 143.1 | 3723 | 4431 |
| 146.1 | 3116 | 2600 |
| 149.1 | 3E21 | 5127 |
| 150.1 | 1B00 | 3327 |
| 154.1 | 3121 | 3626 |
| 155.1 | 4235 | 3527 |
| 156.1 | 5425 | 513A |
| 157.1 | 413C | 312A |
| 158.2 | 1I00 | 4124 |
| 159.1 | 3B1I | 2A00 |
| 160.1 | 3F23 | 3125 |
| 168.1 | 3221 | 3121 |
| 170.1 | 221A | 4131 |
| 171.1 | 423D | 443F |
| 172.2 | 0000 | 3225 |
| 175.1 | 1300 | 2C00 |
| 178.1 | 1600 | 0000 |

Tabla 5-19: Calificación estructural y operativa de tuberías inspeccionadas

- De acuerdo a la calificación estructural u operativa se recomendó el cambio de las tuberías que se muestran en la Tabla 5-20:

| Tubería | Diámetro (mm) | Base (mm) | Altura (mm) | Sección | Longitud (m) |
|----------------|----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------|
| 11.1 | 200 | | | CIRC | 30,70 |
| 11.2 | 200 | | | CIRC | 59,50 |
| 18.1 | | 600 | 1000 | REC | 134,70 |
| 98.1 | 250 | | | CIRC | 60,50 |
| 105.1 | 500 | | | CIRC | 13,00 |
| Total | | | | | 298,40 |

Tabla 5-20: Tuberías a intervenir por condición estructural u operativa

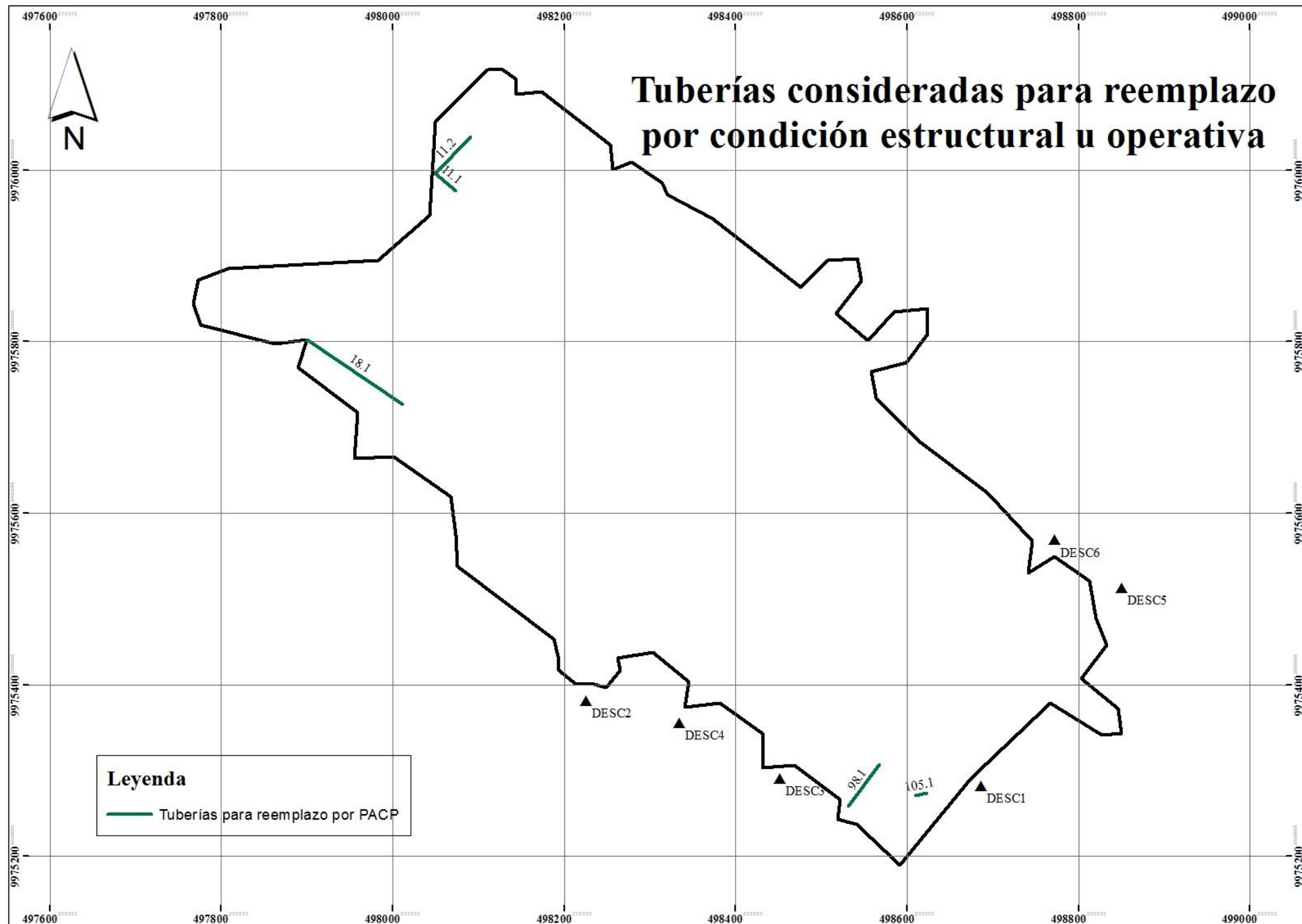


Figura 5-27: Tuberías consideradas para reemplazo por condición estructural u operativa

5.4 Plan de rehabilitación de tuberías matrices de la subcuenca alta del Colector Sucre

A fin de establecer el Plan de Rehabilitación para la subcuenca en estudio, se trabajó en base al Escenario 3 de la simulación hidráulica, el cual comprende la intervención de tuberías con insuficiencia hidráulica y tuberías que generan inundación en pozos adyacentes. De acuerdo al alcance planteado para este trabajo, se intervino únicamente en las tuberías y pozos de la red matriz.

Para este escenario se observó que el volumen de inundación reduce en 13%, los pozos inundados son 27 (43% menos que en la simulación de la red existente) y solo el 6% de las tuberías trabajan a presión por un tiempo mayor a 10min.

Según las observaciones de cada tramo de tubería obtenidas de acuerdo a la simulación hidráulica e inspección televisiva, se han planteado los trabajos de rehabilitación como lo indica la Tabla 5-21. El costo de rehabilitación para cada una de las tuberías de la red matriz se muestra en el Anexo 12 y su análisis por rubro en el Anexo 15.

| Metodología | Número de tuberías | Longitud (m) | % (Lp/Lt) | Costo (\$) |
|------------------------------------|--------------------|----------------|-------------|------------------------|
| Tramo no evaluado | 25 | 1046,30 | 16% | - |
| No intervenir | 28 | 792,70 | 12% | - |
| Reemplazo a zanja abierta | 51 | 2697,70 | 41% | 840 520,67 |
| Reparación puntual a zanja abierta | 18 | 1007,80 | 15% | 10 579,18 |
| Limpieza con hidrosuccionador | 15 | 437,60 | 7% | 382,39 |
| CIPP | 7 | 393,10 | 6% | 376.021,63 |
| Pipe bursting | 3 | 210,40 | 3% | 27.794,03 |
| Total | 147 | 6585,60 | 100% | \$ 1.255.297,90 |

Tabla 5-21: Costo Plan de Rehabilitación para tuberías matrices por metodología

Para las tuberías cuya calificación hidráulica, estructural y operativa se encontraba entre los grados 1 y 2, se recomendó no intervenir en ellas, sin embargo deben programarse las inspecciones de acuerdo a lo señalado en el capítulo 3.

Para el plan de rehabilitación a corto plazo se empleó las metodologías de reemplazo a zanja abierta, reemplazo por pipe bursting y trabajos de limpieza, mientras que para el plan de rehabilitación a mediano plazo se consideraron las reparaciones puntuales y recubrimiento de tuberías con CIPP.

De acuerdo a la metodología planteada, los costos de los planes de rehabilitación a corto y mediano plazo son:

| Plan | Costo (\$) | Longitud (m) |
|---------------|--------------|--------------|
| Corto plazo | \$868.697,09 | 3345,70 |
| Mediano plazo | \$386.600,81 | 1400,90 |

Los datos topológicos de la red rehabilitada se muestran en el Anexo 13.

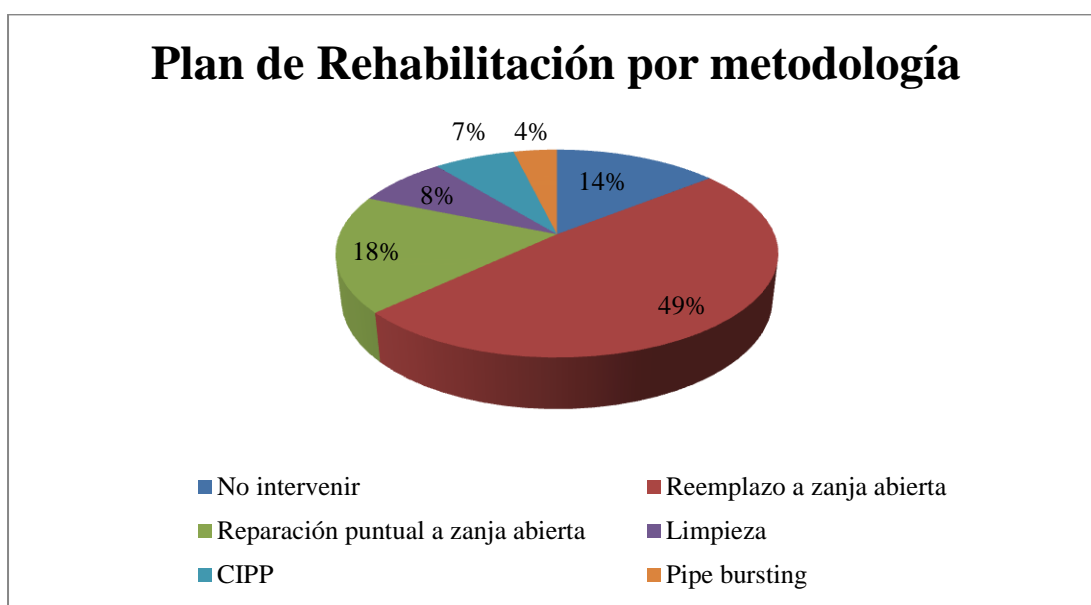


Figura 5-28: Clasificación por metodología del Plan de Rehabilitación

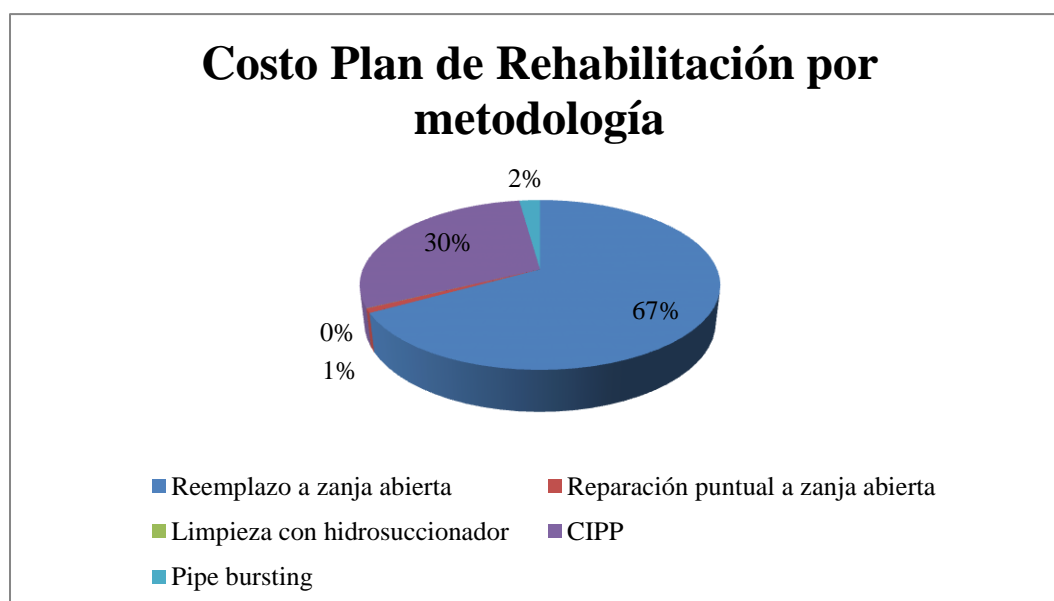


Figura 5-29: Costo Plan de Rehabilitación por metodología

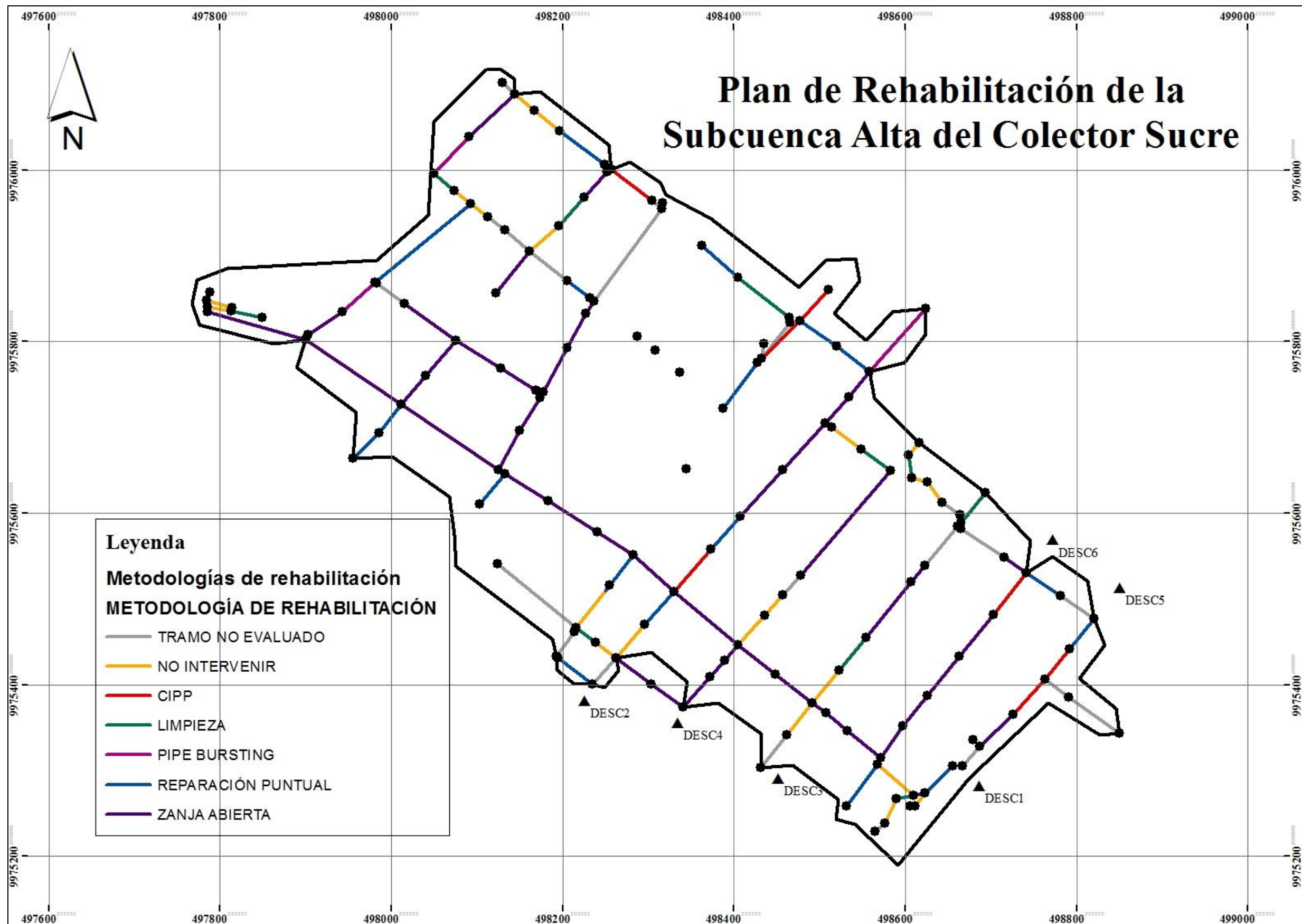


Figura 5-30: Plan de Rehabilitación de la Subcuenca alta del Colector Sucre

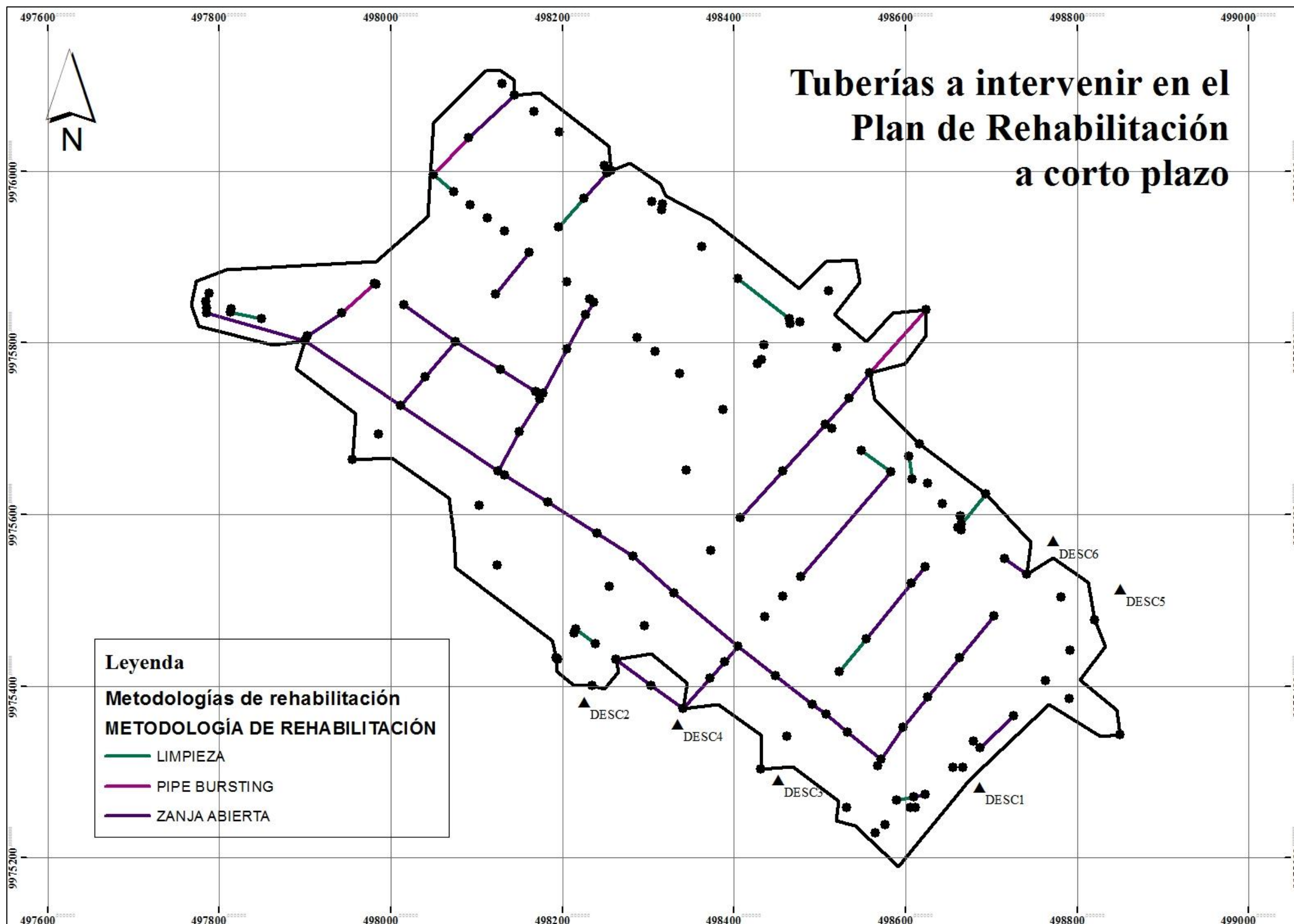


Figura 5-31: Tuberías a intervenir en el Plan de Rehabilitación a corto plazo

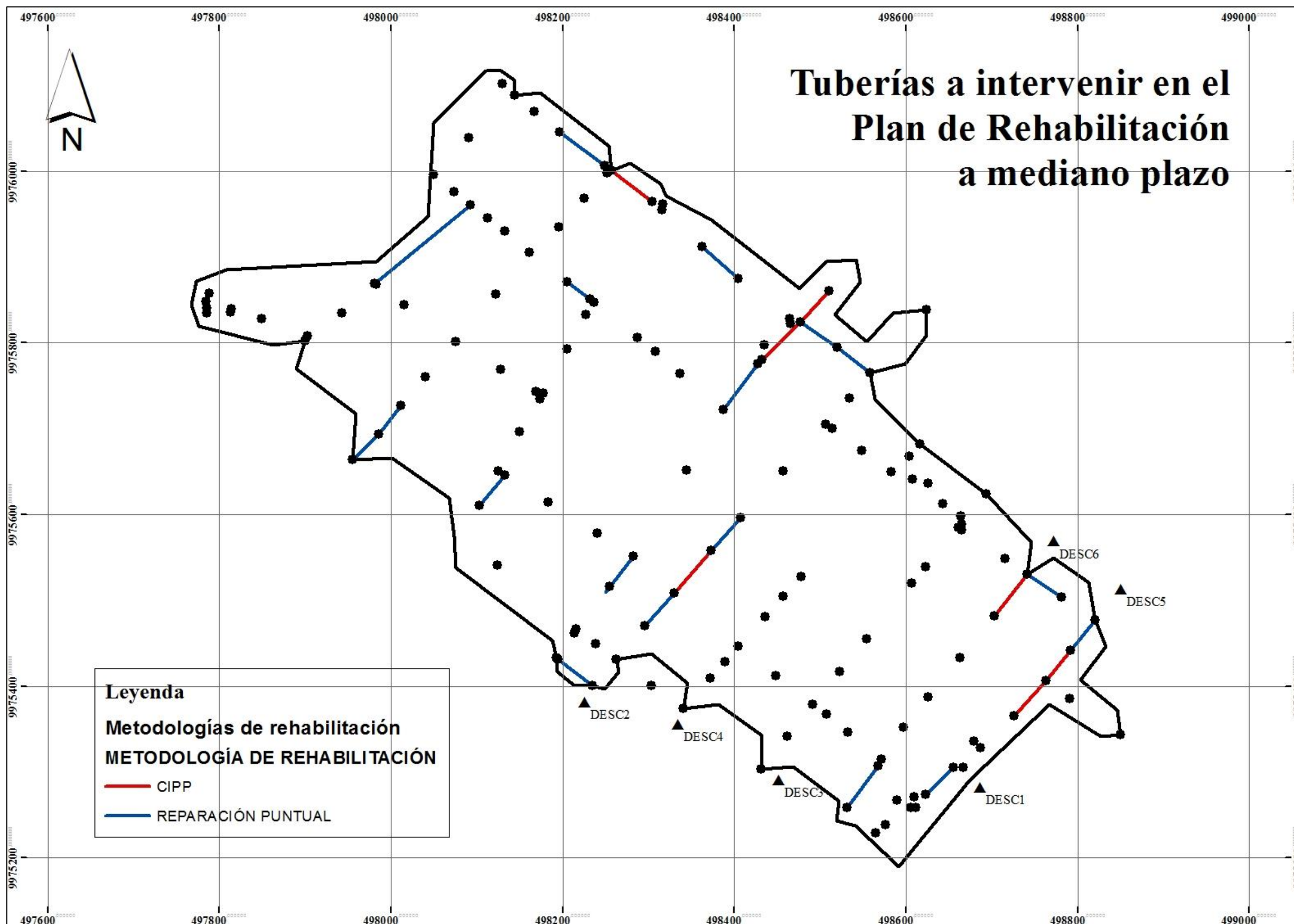


Figura 5-32: Tuberías a intervenir en el Plan de Rehabilitación a mediano plazo

5.5 Plan de rehabilitación de pozos de inspección de la subcuenca alta del Colector Sucre

Los pozos de inspección de la subcuenca en estudio presentan problemas de mantenimiento y estructurales, como son: falta o corrosión de estribos, asentamiento de la tapa y el cerco respecto al nivel de la calzada, desgaste del mortero de recubrimiento de las paredes, desgaste del fondo y andenes, entre otros.

A fin de solventar estos problemas, se propuso:

- Recubrir la superficie de todos los pozos con epóxicos de refuerzo estructural, lo cual evitará problemas de corrosión y desgaste de los componentes.
- Colocar nuevos estribos en todos los pozos, espaciados entre sí 30cm.
- Nivelar los pozos que presentan una diferencia mayor a 5cm respecto a la calzada.
- Limpiar el fondo de todos los pozos.
- Reponer las tapas rotas por tapas de hierro dúctil con bisagras.

Como un caso particular se debe reconstruir el pozo 172, debido a la modificación del perfil entre P133 y P114.

Para los trabajos anteriormente descritos, el costo total asciende a \$286.388,24, con lo cual los 145 pozos de esta red de alcantarillado serían rehabilitados. El desglose de costos de estos trabajos se muestra en el Anexo 14.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- De acuerdo al porcentaje de cobertura en alcantarillado que se presenta en la ciudad de Quito (96.61%), se puede concluir que la actividad primordial ya no resulta tanto el desarrollo de nuevos proyectos de alcantarillado, sino mas bien la evaluación de los sistemas que se encuentran en funcionamiento. Para este fin, y como respuesta a una de las interrogantes de este tema de disertación se propone aplicar un enfoque sistemático para diagnóstico integral de sistemas de alcantarillado que permitirá:
 - Determinar las necesidades de información y requerimientos del sistema.
 - Identificar las deficiencias existentes.
 - Calificar estructural, hidráulica y operativamente los componentes de la red.
 - Proponer las técnicas de rehabilitación de acuerdo a los defectos encontrados.
 - Elaborar planes de rehabilitación técnica y económicamente viables.
- Para el desarrollo de planes de rehabilitación, la calificación hidráulica es el primer parámetro a considerar; pues es la única manera de evaluar el funcionamiento de la red detectando problemas de insuficiencia hidráulica e inundación, posteriormente deberá ser aplicado el criterio de calificación estructural y finalmente la calificación operacional.
- La información necesaria para desarrollar la evaluación hidráulica comprende: datos topológicos, topografía del terreno, datos hidrológicos y mediciones reales que permitan calibrar los modelos. La recopilación de información en campo, es lo que permite asegurar que los modelos desarrollados reflejen de manera más cercana el comportamiento de la red.
- Disponer de una base de datos (geográfica y tabular) actualizada y veraz es primordial para desarrollar planes de rehabilitación; ya que esta información permite realizar simulaciones, proponer metodologías y calcular costos. De acuerdo al estudio realizado se pudo constatar un alto porcentaje de discrepancia respecto a la base de datos inicial, 49% en el caso de tuberías y 50% en los pozos de revisión.
- Una vez realizado el análisis hidráulico de la red existente, se concluye que existe falta de capacidad hidráulica en 14% de las tuberías que conforman la red matriz,

mientras que 12% de las tuberías generan inundación en los pozos adyacentes. Para estos componentes se propuso el aumento de diámetro a fin de solventar los problemas que se presentan.

- El estudio de la condición estructural y operativa de las tuberías matrices se evidencia que la mayoría de defectos que se presentan (juntas separadas, agujeros, juntas penetrantes o defectuosas) se deben principalmente a los métodos constructivos que se emplearon, calidad de los materiales, tipos de juntas, falta de accesorios, entre otros. Por lo que se concluye que un adecuado control en la ejecución de los trabajos de instalación, conexión de acometidas y reparaciones puntuales permitirá reducir considerablemente la afectación a las tuberías matrices.
- Pese a que se trabajó en base a un modelo hidráulico no calibrado, es importante recalcar que la evidencia obtenida a través del catastro e inspección de la red confirma ciertos resultados obtenidos como puntos de inundación y subdimensionamiento de tuberías. Otro parámetro de control es el volumen de descarga de la modelación del Colector Sucre realizada por el PSA, con el cual se tiene una diferencia del 11%.
- El costo total del plan de rehabilitación para la subcuenca alta del Colector Sucre es de \$1 541 686,14. De este monto, 81% corresponde a la rehabilitación de tuberías matrices mientras que el 19% restante representa la rehabilitación de pozos de inspección. Este costo comprende la intervención de 122 tramos de tuberías matrices y 158 pozos de inspección.
- De acuerdo a las características de la zona en estudio como son: alta densidad de negocios y viviendas, importancia y vulnerabilidad de construcciones adyacentes, alto nivel de tráfico, entre otros, se recomienda aplicar mayoritariamente metodologías de rehabilitación sin zanja mientras que para las zonas de tránsito peatonal sigue siendo factible aplicar procesos de rehabilitación a zanja abierta; siempre que se realice un estudio de afectación al entorno circundante a los trabajos.
- La aplicación de métodos de rehabilitación sin zanja resulta cada vez más necesaria debido al acelerado proceso de urbanización, altos niveles de tráfico y la creciente afectación social que se genera con los trabajos a zanja abierta. Sin embargo, actualmente la oferta local de tecnologías sin zanja es muy limitada, no se cuenta

con el equipo necesario, personal local capacitado o los costos resultan muy elevados.

En el caso de la metodología CIPP, los costos alcanzan inclusive a cuadruplicar los costos de los trabajos a zanja abierta. Mientras que en la metodología de pipe bursting, pese a que los costos resultan considerablemente menores (alrededor del 30% del costo de trabajos a zanja abierta) aún no se dispone localmente de un equipo con la potencia necesaria para intervenir en diámetros mayores a los 200mm.

- SWMM es una poderosa herramienta para la modelación hidráulica de redes de alcantarillado urbanas, presenta un entorno didáctico que facilita la conformación de las redes así como la interpretación de los resultados. La mayor limitación de este programa constituye la falta de conexión con los programas de información geográfica; lo cual aumenta de manera notable el tiempo necesario para conformar la red.

6.2 Recomendaciones

- Debido al alto porcentaje de discrepancia entre la base de datos de la cual se disponía inicialmente y los resultados levantados en campo, se recomienda actualizar la base de datos topológica y topográfica de las redes de alcantarillado, identificando cuencas de aporte e interconexiones entre sistemas.
- Implementar dispositivos de medición de caudales en las redes de alcantarillado que permitan obtener parámetros de calibración para los modelos hidráulicos que se desarrollan.
- Los resultados presentados se basan en el criterio de optimizar la red, usando parte de los elementos que se encuentran implementados. Para obtener los resultados óptimos de esta red de alcantarillado, se recomienda realizar un rediseño completo con el cual se obtendrá un parámetro de comparación respecto a las modificaciones propuestas.
- Realizar el estudio hidráulico del Colector Sucre en base al Escenario 4 de la modelación hidráulica, a fin de proponer alternativas que permitan incrementar su capacidad hidráulica o plantear la construcción de obras de alivio.
- Para obtener la calificación estructural y operativa de los tramos no inspeccionados, se recomienda ejecutar trabajos de limpieza profunda y corte o fresado de las

conexiones penetrantes, con la finalidad de establecer si se requiere o no intervenir sobre estas tuberías.

- Establecer un parámetro que permita evaluar cuantitativamente la afectación por interrupción de tráfico, cierre de negocios, riesgos a la salud, entre otros, lo cual permita contrastar los costos de rehabilitación y sus beneficios frente a la afectación social.
- Implementar programas periódicos de mantenimiento y limpieza de las redes de alcantarillado.

BIBLIOGRAFÍA

American Society for Testing and Materials. *Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*. West Conshohocken: ASTM, 1970. 11h. (ASTM D790-10)

American Society for Testing and Materials. *Specification for Cured-in-Place Thermosetting Resin Sewer Piping Systems*. West Conshohocken: ASTM, 1995. 4h. (ASTM D5813-04)

American Society for Testing and Materials. *Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube*. West Conshohocken: ASTM, 1989. 7h. (ASTM D1216)

American Society for Testing and Materials. *Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by Pulled-in-Place Installation of Cured-in-Place Thermosetting Resin Pipe (CIPP)*. West Conshohocken: ASTM, 1996. 8h. (ASTM D1743)

American Society of Civil Engineers; Water Environment Federation y Environmental & Water Resources Institute. *Existing sewer evaluation and rehabilitation*. Estados Unidos de Norteamérica: Autores, McGraw-Hill, Tercera Edición, 2009.

Arévalo, Gabriela. “Quito fue y es una ciudad de quebradas”. *Revista Q*, N°37, (abril de 2013) Quito, 2013.

Asociación de Fabricantes de Tubos de Concreto A.C. *Mantenimiento y conservación de las redes de alcantarillado*. México: Autor. Internet. <http://www.atco.org.mx/formatos/mantenimiento.pdf>. Acceso: 16 de agosto de 2013.

Asociación Española de Fabricantes de Tubos de Hormigón Armado. *Ejecución de zanja*. Madrid: Autor. Internet. http://www.atha.es/atha_archivos/manual/c63.htm. Acceso: 4 de septiembre de 2013

Baur, Rolf; Herz, Raimund y Kroop, Ingo (edits.). *Rehabilitation Management of Urban Infrastructure Networks*. Dresden: Universidad Técnica de Dresden, 2003.

Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable. *Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado para la EMAAP-Q*. Quito: Autor, 2009.

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento. *Programa para la Descontaminación de los ríos de Quito*. Quito: Autor. Internet. http://www.emaapq.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=102&Itemid=297. Acceso: 19 de agosto de 2013.

Empresas Municipales de Cali, EMCALI. *Aspectos técnicos para inspección de redes y estructuras del sistema de alcantarillado*. Cali: Autor. Internet. <http://www.emcali.com.co/documents/11733/129974/NMA-SE-RA-010+Asp+Tec+inspe+redes+y+estruc+ALC>. Acceso: 13 de febrero de 2014

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento. “El Goliath de los colectores”. *Periódico Agua\Vida*, N°18, (diciembre de 2013) Quito, 2013.

Hazen and Sawyer y EPMAPS. *Resumen Ejecutivo Plan Maestro de Alcantarillado. Estudio de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Autor. 2011

Inclam & Wasser. *Estudios de optimización hidráulica de las redes de distribución de agua potable de la ciudad de Quito. Informe de modelación Sector Itchimbia Medio*. Quito: Autor. 2013

International Pipe Bursting Association (IPBA). *Guideline for Pipe Bursting*. Maryland: Autor. 2012

Insituform. *Insituform CIPP*. Chesterfield: Autor. Internet. <http://www.insituform.com/Waterwastewater/PipeLiningsWastewater/InsituformCIPP.aspx>. Acceso: 26 de agosto de 2013

Instituto Tecnológico del Agua (ITA). *Análisis de redes de alcantarillado mediante el código SWMM 5*. Valencia: Autor. 2011

International Pipe Bursting Association (IPBA). *Guideline for Pipe Bursting*. Maryland: Autor. 2012

Inspecciones Montero. *Inspecciones de tuberías. Información del sistema de inspección de tuberías*. Málaga: Autor. Internet. <http://www.inspecciones-montero.com/servicios/inspecciones-de-tuberias.html>. Acceso: 16 de agosto de 2013.

Lanzo Lining Services. *Engineering Design Guide for Rehabilitation with Cured in Place Pipe*. Michigan: Autor. Internet. <http://lanzo.net/pdf/lanzo-lining-guide-2410.pdf>, Segunda Edición, 2010. Acceso: 30 de agosto de 2013.

Marín Ibarra, Patricia. *Estudio de la factibilidad técnica y económica, del uso de nuevos sistemas de instalación y/o reemplazo de tuberías, sin excavación de zanjas, para conducciones de agua potable*. Memoria para optar al Título de Ingeniera Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físico-Mecánicas, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, 2004.

MacKenzie, A.F. *Viabilidad de las nuevas metodologías para la rehabilitación y renovación de tuberías*. Bogotá: Universidad de los Andes, 2006.

Madero Engineers & Architects y Warren Environmental, Inc. *Perfil de servicios para la rehabilitación y mejoramiento de infraestructuras, incluyendo proyectos de nueva construcción*. Guayaquil: Autores. 2010.

Muenchmeyer, Gerry (preparador). *Performance Specification Guideline for the Installation of Cured in Place Pipe (CIPP)*. Maryland: National Association of Sewer Service Companies, Segunda Edición, 2011.

National Association of Sewer Service Companies, NASSCO. *Programa de Certificación para la Evaluación de Tuberías (PACP)*. Marriotsville: Autor. 2012

No-Dig Construction. *Static Pipe Bursting*. Internet. http://www.nodig-construction.com/index.cfm?cmd=techniques&object_id=18. Acceso: 15 de agosto de 2013.

Paredes Méndez, Diego. *Multi – Objective - Rehabilitation of Urban Drainage Systems within the Flood Risk Framework. Case Study: Quito - Ecuador*. Memoria para optar al Título de Máster en Ciencias, UNESCO - IHE, Institute for Water Education. Holanda, 2013.

Rameil, Meinolf (edit.). *Handbook of Pipe Bursting Practice*. Essen, Vulkan Verlag, 2007.

Read, Geoffrey (edit.). *Sewers Replacement and New Construction*. Gran Bretaña, Elsevier Butterworth Heinemann, 2004.

Stein, Dietrich. *Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers*. Alemania, Ernst & Sohn, 2001.

Stein, Robert (coord.). *Unitracc: Plataforma virtual*. www.unitracc.com. Alemania.

Simicevic, Jadranka y Sterling, Raymond L. (2001, Marzo). *Guidelines for Pipe Bursting*. Vicksburg. Internet. <http://www.trenchless.tv/library/bursting.pdf>. Acceso: 22 de agosto de 2013.

Tracto Technik. *Trenchless pipe renewal using the TT pipe bursting system*. Alemania: Autor. 2003

United States Environmental Protection Agency (1999, Septiembre). *Folleto informativo de operación y mantenimiento del alcantarillado. Limpieza e inspección de tuberías*. Washington, DC: Autor. Internet. http://water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/2003_07_30_mtb_cs-99-031.pdf. Acceso: 15 de agosto de 2013

United States Environmental Protection Agency (1999, Septiembre). *Folleto informativo de operación y mantenimiento del alcantarillado. Rehabilitación sin zanjas de colectores del alcantarillado*. Washington, DC: Autor. Internet. http://water.epa.gov/scitech/wastetech/upload/2003_07_30_mtb_cs-99-032.pdf. Acceso: 21 de agosto de 2013.

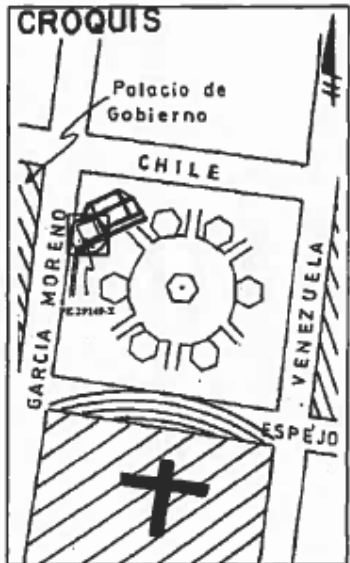

Vásconez, Mario (coord); Carrión, Andrea; Quetschb, Ana María; Sánchez, Nancy. *Breve Historia de los Servicios Públicos en la ciudad de Quito*. Quito, Centro de Investigaciones Ciudad, 1997.

Water Research Centre (WRC). *Sewerage Rehabilitation Manual*. Wiltshire, Reino Unido: Autor. Cuarta Edición, 2001.

Zambrano Garcés, Miguel; Escobar González, Diego. *Construcción de la climatología en el Distrito Metropolitano de Quito para eventos meteorológicos extremos con técnicas matemáticas y su contraste con el modelo WRF*. Memoria para optar al Título de Matemático, Facultad de Ciencias, Escuela Politécnica Nacional. Quito, 2013.

ANEXOS

Anexo 1: Monografía de control horizontal hito IGM

| MUNICIPIO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO | | | |
|---|-----------------------|---|----------------------------------|
| DIRECCION METROPOLITANA DE AVALUOS Y CATASTROS | | | |
| INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR | | | |
| CONTROL GEODESICO SUPLEMENTARIO | | | |
| MONOGRAFIA DE CONTROL HORIZONTAL | | | |
| PROYECTO: | PROVINCIA: | CANTON: | PARROQUIA: |
| DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO | PICHINCHA | QUITO | SAN JUAN |
| SITIO: | FECHA: | ORDEN: | VERTICE: |
| PLAZA GRANDE | 12-Abr-05 | 3 | PE 29149-X |
| N: 9975996.552 | E: 498637.368 | PROYECCION: TM | S 0 13 10.89207 W 78 30 44.04675 |
| DATUM: WGS84 | COORDENADA: OBSERVADA | ELEVACION: 2815.888 G | |
| DESCRIPCION: Se encuentra ubicado en la esquina S de figura ornamental, localizado en la esquina NW del parque de la Plaza Grande. Partiendo desde el monumento de la Plaza Grande, con dirección a la esquina de las calles García Moreno y Chile y a unos 30 mts se halla una figura ornamental lugar donde se halla el PE. | | | |
| MONUMENTACION: Placa de aluminio, empotrada en el cemento con la siguiente inscripción: INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR - SE PROHIBE DESTRUIR - PROYECTO D.M.Q - PE 29149-X - IV-2005 - ECUADOR | | CROQUIS  | |
| ABASTECIMIENTOS: Desde Quito | | | |
| OBSERVACIONES: Coordenadas UTM 17 S: Norte: 9975694.343 , Este: 776911.520 Altura Elipsoidal: 2843.480 mts | | | |
| ELABORADO POR: Emcl. Eduardo del Castillo | | JEFE DE COMISION: Ing. Patrio Zurita | |
| | |  | |

Anexo 2: Evolución cronológica del sistema de alcantarillado en Quito

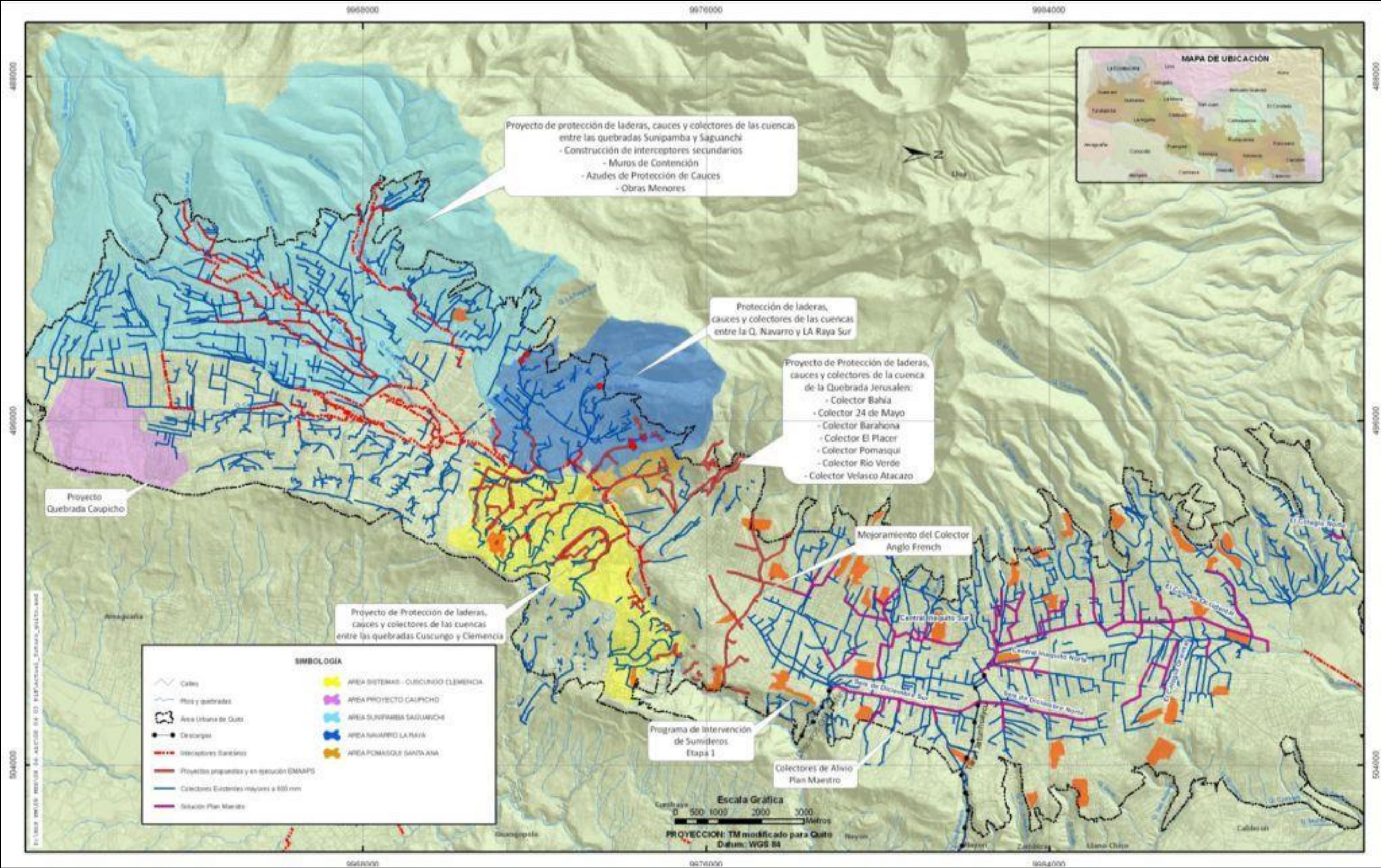
| Año | Acontecimiento | Responsables | Observaciones |
|------------|---|--|--|
| Siglo XVII | Las aguas servidas circulaban por los canales de agua ubicados en el centro de las calles. | | Las quebradas en sentido occidente – oriente requerían puentes o socavones para atravesarlos. |
| 1610 | Se cubren las quebradas Zanguña y quebradas que bajan del Pichincha. | | |
| 1863 | Se inicia el alcantarillado en las calles. | Municipalidad del Gobierno de García Moreno. | Los primeros sectores favorecidos fueron los de mayores recursos económicos. Se observa que no existe un río lo suficientemente caudaloso para desaguardero de desperdicios. |
| 1902 | Se crea el fondo para el agua potable y canalización. | | Los fondos se obtienen del impuesto al aguardiente y al cuero exportado. |
| 1904 | Inicio de los estudios y diseños de canalización y conducción del agua potable. | | |
| 1906 | Construcción de colectores de mampostería y cal, se construye alrededor de 50km de redes de alcantarillado. Creación de la Junta de Agua Potable y Canalización. | Ing. Showeter | A partir de 1908 se facilita el transporte de material pesado a través del ferrocarril. Los elementos constructivos de las redes de alcantarillado no aseguraban la hermeticidad del sistema. |
| 1914 | Relleno y canalización de las Quebradas Jerusalén y Plaza Marín | Dr. Andrade Marín | La quebrada Jerusalén corresponde al actual sector de la Avenida 24 de Mayo. |
| 1919 | Se adopta un sistema de alcantarillado combinado. | Junta del Centenario. | La adopción de este sistema se debe a la imposibilidad de purificar las aguas servidas. |

| Año | Acontecimiento | Responsables | Observaciones |
|----------------|---|---|---|
| 1921 | Contrato y ejecución de proyectos de canalización entre las calles Olmedo, Cuenca, Rocafuerte y Guayaquil, hasta las calles Elizalde y Maldonado. | Ing. Showeter | Políticas higienistas y sanitarias impulsadas alrededor de 1920 permiten la construcción de importantes obras en materia de alcantarillado y agua potable. |
| 1925 | Construcción del Colector Jerusalén y Manosalvas. | | |
| 1938-1945 | Diseño y construcción de alcantarillas y colectores. | El alcantarillado pasa a ser competencia del Servicio Cooperativo de Salud Pública. | El primer colector de sección ovoide se construye en la calle Mejía. |
| 1962 | Creación de la Empresa Municipal de Alcantarillado. | | Se maneja el siguiente perímetro de cobertura: Norte: Av. Orellana Sur: Villaflora Este: Barrio la Tola y Av. Colombia Oeste: Barrio San Juan y Miraflores. |
| Década de 1960 | Se comienza a utilizar tuberías de hormigón centrifugado. | | La Empresa de Alcantarillado (EMA) implementa una fábrica de tuberías de hormigón centrifugado. |
| 1970 | Plan puntual de rehabilitación de redes en el Centro Histórico. | | Cambio de las redes de la calle Guayaquil a hormigón. No se interviene en las conexiones domiciliarias. |
| 1993 | Unificación de las Empresas de Agua Potable y Alcantarillado (Empresa Municipal de Alcantarillado y Agua Potable, EMAAP) | | Se maneja el siguiente perímetro de cobertura: Norte: Cotocollao Sur: Morán Valverde Este: Barrio la Tola Oeste: Barrios altos de la Av. Occidental El BID otorga un préstamo para cubrir al 100% la ciudad con estos servicios. |

| Año | Acontecimiento | Responsables | Observaciones |
|------------|--|--|--|
| 1997 | Ejecución el Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado. | Asociación Tadhá IDCO. | Se ejecutan trabajos de inspección televisiva de algunos tramos de redes y colectores del Centro Histórico |
| 2004 | Inicio de obras de rehabilitación en los principales colectores. Ejecución de obras de drenaje profundo para alivio de colectores y redes superficiales. | Las actividades están a cargo del Programa de Saneamiento Ambiental. | El PSA no interviene en las conexiones domiciliarias. |
| 2007 | Adquisición de los primeros equipos de inspección televisiva. | | Estos equipos son empleados para el diagnóstico estructural de redes de alcantarillado. |
| 2010 | La EMAAP es sucedida por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento | | |
| 2011 | Estudio de actualización del Plan Maestro de Alcantarillado y Estudio de Descontaminación de los ríos del DMQ. | Consultora Hazen and Sawyer | |
| 2013 | Rehabilitación sin zanja en tuberías de alcantarillado. | | Se emplea la técnica de tubería curada en sitio para rehabilitar 432m de tubería en el Sector Cochapamba. |
| 2014 | Construcción de la primera Planta de Tratamiento Urbana de Aguas Residuales. | | La PTAR estará ubicada en el sector de Quitumbe y forma parte del Programa de Descontaminación de Ríos. |

Elaborado por: Nathalie Chávez P.

Anexo 3: Plan Maestro de Alcantarillado



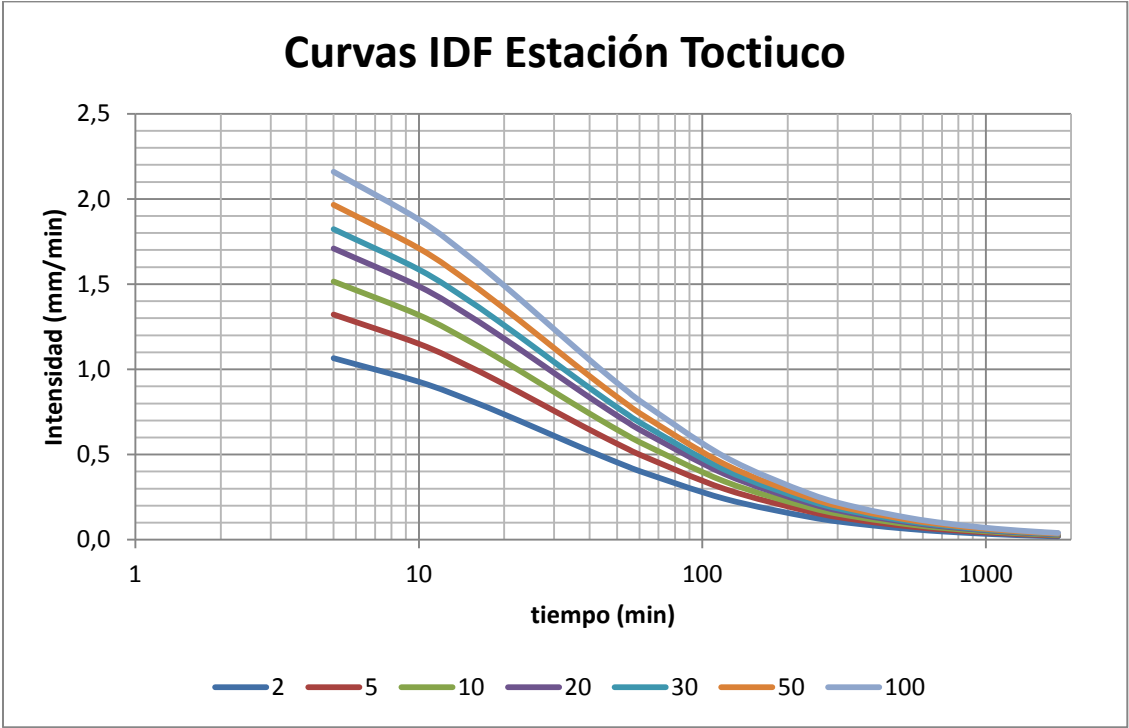
Recuperado de: Resumen Ejecutivo Plan Maestro de Alcantarillado, 2011

Anexo 4: Curvas IDF Estación Toctiuco

$$I(t,T) = \frac{9.3185 \ln T + 29.0457}{(28.4065 + t)^{0.9993}}$$

T retorno (años) 2 5 10 20 30 50 100

| t (min) | I (mm/min) | I (mm/min) | I (mm/min) | I (mm/min) | I (mm/min) | I (mm/min) | I (mm/min) |
|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 5 | 1,0654 | 1,3216 | 1,5155 | 1,7093 | 1,8227 | 1,9655 | 2,1593 |
| 10 | 0,9268 | 1,1497 | 1,3183 | 1,4869 | 1,5855 | 1,7098 | 1,8784 |
| 15 | 0,8201 | 1,0174 | 1,1665 | 1,3157 | 1,4030 | 1,5130 | 1,6622 |
| 20 | 0,7355 | 0,9123 | 1,0461 | 1,1799 | 1,2582 | 1,3568 | 1,4906 |
| 25 | 0,6667 | 0,8270 | 0,9483 | 1,0695 | 1,1405 | 1,2299 | 1,3511 |
| 30 | 0,6096 | 0,7562 | 0,8671 | 0,9780 | 1,0429 | 1,1246 | 1,2356 |
| 35 | 0,5616 | 0,6966 | 0,7988 | 0,9010 | 0,9607 | 1,0360 | 1,1382 |
| 40 | 0,5206 | 0,6458 | 0,7405 | 0,8352 | 0,8906 | 0,9603 | 1,0550 |
| 45 | 0,4851 | 0,6018 | 0,6901 | 0,7783 | 0,8299 | 0,8950 | 0,9832 |
| 50 | 0,4542 | 0,5634 | 0,6461 | 0,7287 | 0,7770 | 0,8379 | 0,9206 |
| 55 | 0,4270 | 0,5297 | 0,6074 | 0,6851 | 0,7305 | 0,7877 | 0,8654 |
| 60 | 0,4029 | 0,4998 | 0,5730 | 0,6463 | 0,6892 | 0,7432 | 0,8165 |
| 120 | 0,2401 | 0,2978 | 0,3415 | 0,3852 | 0,4107 | 0,4429 | 0,4866 |
| 240 | 0,1328 | 0,1647 | 0,1889 | 0,2131 | 0,2272 | 0,2450 | 0,2691 |
| 360 | 0,0918 | 0,1139 | 0,1306 | 0,1473 | 0,1570 | 0,1693 | 0,1860 |
| 540 | 0,0627 | 0,0778 | 0,0892 | 0,1007 | 0,1073 | 0,1157 | 0,1272 |
| 720 | 0,0477 | 0,0591 | 0,0678 | 0,0765 | 0,0815 | 0,0879 | 0,0966 |
| 960 | 0,0361 | 0,0448 | 0,0513 | 0,0579 | 0,0617 | 0,0666 | 0,0732 |
| 1200 | 0,0290 | 0,0360 | 0,0413 | 0,0466 | 0,0497 | 0,0536 | 0,0589 |
| 1440 | 0,0243 | 0,0301 | 0,0346 | 0,0390 | 0,0416 | 0,0448 | 0,0493 |
| 1800 | 0,0195 | 0,0242 | 0,0278 | 0,0313 | 0,0334 | 0,0360 | 0,0396 |



Anexo 5: Datos de modelación

5.1.- Caudales Sanitarios

| | |
|-------------------------------|-------|
| Densidad poblacional (hab/ha) | 98,81 |
| Dotación neta (lts/hab*día) | 190 |
| Coefficiente de retorno | 0,7 |

| Identificación Subcuenca | Área (ha) | Pozo de descarga | Caudal de aguas servidas (lts/s) | Caudal de aguas servidas (m ³ /s) |
|--------------------------|-----------|------------------|----------------------------------|--|
| 0 | 0,170 | 0 | 0,026 | 2,579E-05 |
| 1 | 0,039 | 1 | 0,006 | 5,955E-06 |
| 2 | 0,150 | 167 | 0,023 | 2,284E-05 |
| 3 | 0,258 | 3 | 0,039 | 3,930E-05 |
| 4 | 0,063 | 149 | 0,010 | 9,636E-06 |
| 5 | 0,171 | 5 | 0,026 | 2,607E-05 |
| 6 | 0,157 | 6 | 0,024 | 2,381E-05 |
| 7 | 0,188 | 138 | 0,029 | 2,857E-05 |
| 8 | 0,072 | 138 | 0,011 | 1,098E-05 |
| 9 | 0,110 | 9 | 0,017 | 1,669E-05 |
| 10 | 0,546 | 10 | 0,083 | 8,302E-05 |
| 11 | 0,123 | 11 | 0,019 | 1,869E-05 |
| 12 | 0,260 | 12 | 0,040 | 3,962E-05 |
| 13 | 0,306 | 13 | 0,046 | 4,648E-05 |
| 15 | 0,222 | 15 | 0,034 | 3,374E-05 |
| 16 | 0,588 | 16 | 0,089 | 8,946E-05 |
| 17 | 0,215 | 17 | 0,033 | 3,271E-05 |
| 18 | 0,285 | 18 | 0,043 | 4,335E-05 |
| 20 | 0,059 | 20 | 0,009 | 8,914E-06 |
| 21 | 0,019 | 21 | 0,003 | 2,930E-06 |
| 22 | 0,082 | 22 | 0,012 | 1,240E-05 |
| 23 | 0,424 | 23 | 0,065 | 6,454E-05 |
| 24 | 0,147 | 24 | 0,022 | 2,229E-05 |
| 25 | 0,030 | 25 | 0,005 | 4,509E-06 |
| 26 | 0,121 | 26 | 0,018 | 1,840E-05 |
| 38 | 0,446 | 38 | 0,068 | 6,785E-05 |
| 39 | 0,578 | 39 | 0,088 | 8,797E-05 |
| 40 | 0,528 | 40 | 0,080 | 8,036E-05 |
| 41 | 0,138 | 41 | 0,021 | 2,092E-05 |
| 42 | 0,108 | 42 | 0,016 | 1,646E-05 |
| 43 | 0,597 | 43 | 0,091 | 9,078E-05 |
| 44 | 0,588 | 44 | 0,089 | 8,950E-05 |
| 45 | 0,251 | 45 | 0,038 | 3,819E-05 |

| Identificación Subcuenca | Área (ha) | Pozo de descarga | Caudal de aguas servidas (lts/s) | Caudal de aguas servidas (m ³ /s) |
|--------------------------|-----------|------------------|----------------------------------|--|
| 46 | 0,391 | 46 | 0,059 | 5,945E-05 |
| 47 | 0,415 | 47 | 0,063 | 6,316E-05 |
| 48 | 0,081 | 48 | 0,012 | 1,230E-05 |
| 49 | 0,077 | 49 | 0,012 | 1,166E-05 |
| 50 | 0,138 | 50 | 0,021 | 2,095E-05 |
| 51 | 0,407 | 51 | 0,062 | 6,185E-05 |
| 52 | 0,234 | 52 | 0,036 | 3,564E-05 |
| 53 | 0,310 | 53 | 0,047 | 4,719E-05 |
| 54 | 0,250 | 54 | 0,038 | 3,797E-05 |
| 55 | 0,270 | 55 | 0,041 | 4,112E-05 |
| 56 | 0,153 | 56 | 0,023 | 2,329E-05 |
| 57 | 0,366 | 57 | 0,056 | 5,574E-05 |
| 58 | 0,194 | 58 | 0,029 | 2,945E-05 |
| 59 | 0,521 | 59 | 0,079 | 7,917E-05 |
| 60 | 0,294 | 60 | 0,045 | 4,470E-05 |
| 61 | 0,135 | 61 | 0,021 | 2,055E-05 |
| 62 | 0,488 | 62 | 0,074 | 7,424E-05 |
| 63 | 0,310 | 63 | 0,047 | 4,709E-05 |
| 64 | 0,503 | 64 | 0,077 | 7,650E-05 |
| 65 | 0,361 | 65 | 0,055 | 5,493E-05 |
| 66 | 0,188 | 66 | 0,029 | 2,866E-05 |
| 67 | 0,440 | 67 | 0,067 | 6,690E-05 |
| 68 | 0,679 | 68 | 0,103 | 1,033E-04 |
| 69 | 0,679 | 69 | 0,103 | 1,033E-04 |
| 70 | 0,235 | 70 | 0,036 | 3,578E-05 |
| 71 | 0,414 | 71 | 0,063 | 6,294E-05 |
| 72 | 0,427 | 72 | 0,065 | 6,499E-05 |
| 73 | 0,364 | 73 | 0,055 | 5,543E-05 |
| 74 | 0,119 | 74 | 0,018 | 1,816E-05 |
| 75 | 0,094 | 75 | 0,014 | 1,429E-05 |
| 76 | 0,220 | 70 | 0,033 | 3,348E-05 |
| 77 | 0,128 | 81 | 0,019 | 1,946E-05 |
| 78 | 0,209 | 138 | 0,032 | 3,181E-05 |
| 79 | 0,077 | 138 | 0,012 | 1,168E-05 |
| 80 | 0,078 | 138 | 0,012 | 1,179E-05 |
| 81 | 0,432 | 81 | 0,066 | 6,578E-05 |
| 82 | 0,298 | 82 | 0,045 | 4,527E-05 |
| 83 | 0,208 | 83 | 0,032 | 3,166E-05 |
| 84 | 0,362 | 84 | 0,055 | 5,499E-05 |
| 86 | 0,043 | 86 | 0,006 | 6,495E-06 |
| 88 | 0,437 | 88 | 0,066 | 6,643E-05 |
| 89 | 0,404 | 89 | 0,061 | 6,147E-05 |

| Identificación Subcuenca | Área (ha) | Pozo de descarga | Caudal de aguas servidas (lts/s) | Caudal de aguas servidas (m ³ /s) |
|--------------------------|-----------|------------------|----------------------------------|--|
| 90 | 0,184 | 90 | 0,028 | 2,792E-05 |
| 91 | 0,431 | 91 | 0,066 | 6,556E-05 |
| 92 | 0,288 | 92 | 0,044 | 4,385E-05 |
| 93 | 0,360 | 93 | 0,055 | 5,476E-05 |
| 94 | 0,153 | 94 | 0,023 | 2,325E-05 |
| 95 | 0,333 | 95 | 0,051 | 5,065E-05 |
| 96 | 0,151 | 96 | 0,023 | 2,293E-05 |
| 97 | 0,168 | 97 | 0,026 | 2,554E-05 |
| 98 | 0,253 | 98 | 0,039 | 3,851E-05 |
| 99 | 0,113 | 99 | 0,017 | 1,719E-05 |
| 100 | 0,150 | 100 | 0,023 | 2,282E-05 |
| 101 | 0,046 | 101 | 0,007 | 6,940E-06 |
| 102 | 0,116 | 102 | 0,018 | 1,761E-05 |
| 103 | 0,040 | 103 | 0,006 | 6,038E-06 |
| 105 | 0,064 | 105 | 0,010 | 9,784E-06 |
| 106 | 0,152 | 106 | 0,023 | 2,311E-05 |
| 107 | 0,186 | 107 | 0,028 | 2,823E-05 |
| 108 | 0,353 | 108 | 0,054 | 5,371E-05 |
| 109 | 0,634 | 109 | 0,096 | 9,642E-05 |
| 110 | 0,433 | 110 | 0,066 | 6,592E-05 |
| 111 | 0,077 | 111 | 0,012 | 1,173E-05 |
| 113 | 0,397 | 113 | 0,060 | 6,040E-05 |
| 114 | 0,792 | 114 | 0,120 | 1,204E-04 |
| 115 | 0,120 | 115 | 0,018 | 1,823E-05 |
| 116 | 0,074 | 116 | 0,011 | 1,133E-05 |
| 117 | 0,157 | 117 | 0,024 | 2,381E-05 |
| 118 | 0,671 | 118 | 0,102 | 1,020E-04 |
| 119 | 0,606 | 119 | 0,092 | 9,223E-05 |
| 120 | 0,332 | 120 | 0,050 | 5,049E-05 |
| 121 | 0,155 | 121 | 0,024 | 2,355E-05 |
| 122 | 0,273 | 122 | 0,041 | 4,145E-05 |
| 123 | 0,072 | 123 | 0,011 | 1,099E-05 |
| 124 | 0,192 | 124 | 0,029 | 2,917E-05 |
| 125 | 0,154 | 125 | 0,023 | 2,338E-05 |
| 127 | 0,594 | 127 | 0,090 | 9,030E-05 |
| 131 | 0,335 | 131 | 0,051 | 5,102E-05 |
| 133 | 0,268 | 133 | 0,041 | 4,077E-05 |
| 135 | 0,285 | 135 | 0,043 | 4,340E-05 |
| 137 | 0,161 | 137 | 0,025 | 2,456E-05 |
| 138 | 0,457 | 138 | 0,070 | 6,953E-05 |
| 139 | 0,830 | 139 | 0,126 | 1,263E-04 |
| 140 | 0,080 | 140 | 0,012 | 1,209E-05 |

| Identificación Subcuenca | Área (ha) | Pozo de descarga | Caudal de aguas servidas (lts/s) | Caudal de aguas servidas (m ³ /s) |
|--------------------------|-----------|------------------|----------------------------------|--|
| 141 | 0,107 | 141 | 0,016 | 1,632E-05 |
| 142 | 0,133 | 142 | 0,020 | 2,018E-05 |
| 143 | 0,143 | 143 | 0,022 | 2,180E-05 |
| 144 | 0,207 | 144 | 0,031 | 3,146E-05 |
| 145 | 0,073 | 145 | 0,011 | 1,113E-05 |
| 146 | 0,401 | 146 | 0,061 | 6,102E-05 |
| 149 | 0,239 | 149 | 0,036 | 3,632E-05 |
| 150 | 0,128 | 150 | 0,020 | 1,951E-05 |
| 151 | 0,034 | 151 | 0,005 | 5,121E-06 |
| 153 | 0,455 | 153 | 0,069 | 6,928E-05 |
| 154 | 0,593 | 154 | 0,090 | 9,015E-05 |
| 155 | 0,545 | 155 | 0,083 | 8,288E-05 |
| 156 | 0,205 | 156 | 0,031 | 3,124E-05 |
| 157 | 0,330 | 157 | 0,050 | 5,024E-05 |
| 158 | 0,121 | 158 | 0,018 | 1,845E-05 |
| 159 | 0,304 | 159 | 0,046 | 4,625E-05 |
| 160 | 0,326 | 160 | 0,050 | 4,964E-05 |
| 161 | 0,230 | 161 | 0,035 | 3,497E-05 |
| 162 | 0,098 | 162 | 0,015 | 1,484E-05 |
| 163 | 0,332 | 163 | 0,050 | 5,047E-05 |
| 164 | 0,102 | 164 | 0,015 | 1,547E-05 |
| 165 | 0,075 | 165 | 0,011 | 1,134E-05 |
| 166 | 0,652 | 166 | 0,099 | 9,915E-05 |
| 167 | 0,652 | 167 | 0,099 | 9,918E-05 |
| 169 | 0,667 | 169 | 0,102 | 1,015E-04 |
| 170 | 0,091 | 170 | 0,014 | 1,384E-05 |
| 171 | 0,575 | 171 | 0,088 | 8,752E-05 |
| 172 | 0,335 | 172 | 0,051 | 5,098E-05 |
| 173 | 0,054 | 173 | 0,008 | 8,179E-06 |
| 174 | 0,068 | 174 | 0,010 | 1,040E-05 |
| 175 | 0,344 | 175 | 0,052 | 5,231E-05 |
| 176 | 0,318 | 176 | 0,048 | 4,841E-05 |
| 177 | 0,263 | 177 | 0,040 | 4,004E-05 |
| 178 | 0,033 | 178 | 0,005 | 5,012E-06 |
| 179 | 0,503 | 179 | 0,076 | 7,648E-05 |
| 180 | 0,473 | 180 | 0,072 | 7,193E-05 |
| 200 | 0,088 | 138 | 0,013 | 1,344E-05 |
| 201 | 0,260 | 44 | 0,039 | 3,949E-05 |
| 202 | 0,225 | 202 | 0,034 | 3,427E-05 |
| 203 | 0,202 | 14 | 0,031 | 3,075E-05 |
| Totales | 43,146 | | 6,563 | 0,007 |

5.2.- Datos de subcuencas

| Nombre | Área (ha) | Ancho (m) | % Imperv | Pendiente (%) | Pozo de salida |
|--------|-----------|-----------|----------|---------------|----------------|
| S0 | 0,17 | 22,77 | 90 | 1,7073 | 0 |
| S1 | 0,04 | 14,39 | 90 | 5,3576 | 1 |
| S2 | 0,15 | 22,02 | 90 | 3,4412 | 167 |
| S3 | 0,26 | 28,68 | 90 | 4,019 | 3 |
| S4 | 0,06 | 15,58 | 90 | 1,6322 | 149 |
| S5 | 0,17 | 23,78 | 90 | 6,2943 | 5 |
| S6 | 0,16 | 22,32 | 90 | 3,6508 | 6 |
| S7 | 0,19 | 24,45 | 90 | 4,4643 | 138 |
| S8 | 0,07 | 15,16 | 90 | 4,4598 | 138 |
| S9 | 0,11 | 19,09 | 90 | 8,8031 | 9 |
| S10 | 0,55 | 41,64 | 70 | 17,4076 | 10 |
| S11 | 0,12 | 19,91 | 90 | 20,4008 | 11 |
| S12 | 0,26 | 28,72 | 90 | 14,8911 | 12 |
| S13 | 0,31 | 31,19 | 50 | 32,0156 | 13 |
| S15 | 0,22 | 26,41 | 90 | 46,2768 | 15 |
| S16 | 0,59 | 43,29 | 90 | 10,6301 | 16 |
| S17 | 0,22 | 26,16 | 90 | 23,7315 | 17 |
| S18 | 0,28 | 30,57 | 90 | 16,1188 | 18 |
| S20 | 0,06 | 13,5 | 90 | 12,1529 | 20 |
| S21 | 0,02 | 7,81 | 90 | 9,0686 | 21 |
| S22 | 0,08 | 15,93 | 90 | 11,9331 | 22 |
| S23 | 0,42 | 36,64 | 90 | 1,5012 | 23 |
| S24 | 0,15 | 21,62 | 90 | 2,4241 | 24 |
| S25 | 0,03 | 9,53 | 90 | 5,1583 | 25 |
| S26 | 0,12 | 19,5 | 90 | 3,2551 | 26 |
| S38 | 0,45 | 38,28 | 90 | 6,6508 | 38 |
| S39 | 0,58 | 42,91 | 90 | 7,2619 | 39 |
| S40 | 0,53 | 41,01 | 90 | 5,7601 | 40 |
| S41 | 0,14 | 20,92 | 90 | 12,9179 | 41 |
| S42 | 0,11 | 18,56 | 90 | 10,8563 | 41 |
| S43 | 0,6 | 43,59 | 90 | 21,2437 | 43 |
| S44 | 0,59 | 43,28 | 90 | 1,642 | 44 |
| S45 | 0,25 | 28,27 | 90 | 22,4729 | 45 |
| S46 | 0,39 | 35,27 | 90 | 5,6309 | 46 |
| S47 | 0,41 | 36,36 | 90 | 13,8521 | 47 |
| S48 | 0,08 | 16,04 | 90 | 10,7177 | 48 |
| S49 | 0,08 | 16,16 | 90 | 11,7333 | 49 |
| S50 | 0,14 | 21,61 | 90 | 12,6142 | 50 |
| S51 | 0,41 | 36,06 | 90 | 11,5894 | 51 |
| S52 | 0,23 | 27,03 | 90 | 10,8353 | 52 |
| S53 | 0,31 | 31,43 | 90 | 1,5542 | 53 |
| S54 | 0,25 | 28,16 | 90 | 9,9157 | 54 |
| S55 | 0,27 | 29,33 | 90 | 6,1028 | 55 |

| Nombre | Área (ha) | Ancho (m) | % Imperv | Pendiente (%) | Pozo de salida |
|--------|-----------|-----------|----------|---------------|----------------|
| S56 | 0,15 | 22,08 | 90 | 2,6191 | 56 |
| S57 | 0,37 | 34,15 | 90 | 8,4177 | 57 |
| S58 | 0,19 | 24,82 | 90 | 1,917 | 58 |
| S59 | 0,52 | 40,7 | 90 | 3,1042 | 59 |
| S60 | 0,29 | 30,59 | 90 | 3,4305 | 60 |
| S61 | 0,14 | 20,74 | 90 | 3,3541 | 61 |
| S62 | 0,45 | 39,42 | 90 | 6,7896 | 62 |
| S63 | 0,31 | 31,39 | 90 | 6,2887 | 63 |
| S64 | 0,5 | 40,01 | 90 | 6,4225 | 64 |
| S65 | 0,36 | 33,91 | 90 | 6,2187 | 65 |
| S66 | 0,19 | 24,49 | 90 | 7,7654 | 66 |
| S67 | 0,44 | 37,6 | 90 | 3,6603 | 67 |
| S68 | 0,68 | 46,5 | 90 | 7,8135 | 68 |
| S69 | 0,68 | 46,5 | 90 | 7,6635 | 69 |
| S70 | 0,23 | 27,36 | 90 | 5,6046 | 70 |
| S71 | 0,41 | 36,29 | 90 | 3,2775 | 71 |
| S72 | 0,43 | 36,88 | 90 | 6,0304 | 72 |
| S73 | 0,36 | 34,09 | 90 | 2,9584 | 73 |
| S74 | 0,12 | 19,83 | 90 | 6,245 | 74 |
| S75 | 0,09 | 18,25 | 90 | 2,6789 | 75 |
| S76 | 0,22 | 26,47 | 90 | 1,5288 | 70 |
| S77 | 0,13 | 20,18 | 90 | 4,9952 | 81 |
| S78 | 0,21 | 25,8 | 90 | 2,6267 | 138 |
| S79 | 0,08 | 15,63 | 90 | 5,3274 | 138 |
| S80 | 0,08 | 15,71 | 90 | 7,6659 | 138 |
| S81 | 0,43 | 37,1 | 90 | 3,4599 | 81 |
| S82 | 0,3 | 30,78 | 90 | 5,289 | 82 |
| S83 | 0,21 | 25,74 | 90 | 2,4782 | 83 |
| S84 | 0,36 | 34,27 | 90 | 3,4912 | 84 |
| S86 | 0,04 | 12,51 | 90 | 3,3555 | 86 |
| S88 | 0,44 | 37,29 | 90 | 5,4151 | 88 |
| S89 | 0,4 | 36,38 | 90 | 1,7312 | 89 |
| S90 | 0,18 | 24,17 | 90 | 5,4716 | 90 |
| S91 | 0,43 | 37,04 | 90 | 2,6156 | 91 |
| S92 | 0,29 | 30,29 | 90 | 2,0741 | 92 |
| S93 | 0,36 | 33,85 | 90 | 2,8706 | 93 |
| S94 | 0,15 | 22,06 | 90 | 6,9661 | 94 |
| S95 | 0,33 | 32,56 | 90 | 6,4356 | 95 |
| S96 | 0,15 | 21,91 | 90 | 1,2574 | 96 |
| S97 | 0,17 | 23,12 | 90 | 2,9088 | 97 |
| S98 | 0,25 | 28,59 | 90 | 0,6749 | 98 |
| S99 | 0,11 | 19 | 90 | 0,9767 | 99 |
| S100 | 0,15 | 22,16 | 90 | 0,8237 | 100 |

| Nombre | Área (ha) | Ancho (m) | % Imperv | Pendiente (%) | Pozo de salida |
|--------|-----------|-----------|----------|---------------|----------------|
| S101 | 0,05 | 12,05 | 90 | 0,8832 | 101 |
| S102 | 0,12 | 19,2 | 90 | 1,5506 | 102 |
| S103 | 0,04 | 12,72 | 90 | 2,6797 | 103 |
| S105 | 0,06 | 14,31 | 90 | 4,8233 | 105 |
| S106 | 0,15 | 22,24 | 90 | 8,946 | 106 |
| S107 | 0,19 | 24,32 | 90 | 3,9284 | 107 |
| S108 | 0,35 | 33,53 | 90 | 1,6071 | 108 |
| S109 | 0,63 | 44,92 | 90 | 1,4132 | 109 |
| S110 | 0,43 | 37,14 | 90 | 1,7835 | 110 |
| S111 | 0,08 | 15,67 | 90 | 4,7599 | 111 |
| S113 | 0,4 | 35,55 | 90 | 0,6331 | 139 |
| S114 | 0,79 | 50,2 | 90 | 1,6193 | 114 |
| S115 | 0,12 | 19,53 | 90 | 0,0536 | 115 |
| S116 | 0,07 | 15,8 | 90 | 6,6915 | 116 |
| S117 | 0,16 | 22,32 | 90 | 7,3567 | 117 |
| S118 | 0,67 | 46,21 | 90 | 4,4569 | 118 |
| S119 | 0,61 | 43,93 | 90 | 2,3583 | 119 |
| S120 | 0,33 | 32,5 | 90 | 2,6635 | 120 |
| S121 | 0,16 | 22,2 | 90 | 5,8335 | 121 |
| S122 | 0,27 | 29,45 | 90 | 6,5822 | 122 |
| S123 | 0,07 | 15,16 | 90 | 5,2554 | 123 |
| S124 | 0,19 | 24,94 | 90 | 2,0969 | 124 |
| S125 | 0,15 | 22,12 | 90 | 6,3958 | 125 |
| S127 | 0,59 | 43,84 | 90 | 3,586 | 127 |
| S131 | 0,34 | 32,6 | 90 | 5,6101 | 131 |
| S133 | 0,27 | 29,61 | 90 | 1,0202 | 133 |
| S135 | 0,28 | 30,08 | 90 | 0,2664 | 135 |
| S137 | 0,16 | 22,67 | 90 | 5,2338 | 137 |
| S138 | 0,46 | 38,15 | 90 | 4,6379 | 138 |
| S139 | 0,83 | 51,41 | 90 | 5,3746 | 139 |
| S140 | 0,08 | 16,91 | 90 | 0,3475 | 140 |
| S141 | 0,11 | 18,48 | 90 | 1,181 | 141 |
| S142 | 0,13 | 20,55 | 90 | 2,0192 | 142 |
| S143 | 0,14 | 21,69 | 60 | 1,6547 | 143 |
| S144 | 0,21 | 25,66 | 60 | 1,8867 | 144 |
| S145 | 0,07 | 15,26 | 60 | 4,7586 | 145 |
| S146 | 0,4 | 35,74 | 90 | 6,2678 | 146 |
| S149 | 0,24 | 27,86 | 90 | 1,975 | 149 |
| S150 | 0,13 | 21,3 | 90 | 1,5588 | 150 |
| S151 | 0,03 | 10,35 | 90 | 2,9353 | 151 |
| S153 | 0,46 | 38,08 | 90 | 7,895 | 153 |
| S154 | 0,59 | 43,44 | 90 | 1,4877 | 154 |
| S155 | 0,55 | 41,65 | 90 | 4,0841 | 155 |

| Nombre | Área (ha) | Ancho (m) | % Imperv | Pendiente (%) | Pozo de salida |
|--------|-----------|-----------|----------|---------------|----------------|
| S156 | 0,2 | 26,13 | 90 | 5,0885 | 156 |
| S157 | 0,33 | 32,41 | 90 | 2,3665 | 157 |
| S158 | 0,12 | 21,36 | 90 | 0,3772 | 158 |
| S159 | 0,3 | 31,36 | 90 | 5,8971 | 159 |
| S160 | 0,33 | 32,23 | 90 | 9,5291 | 160 |
| S161 | 0,23 | 27,79 | 90 | 2,5877 | 161 |
| S162 | 0,1 | 18,93 | 90 | 0,151 | 162 |
| S163 | 0,33 | 32,53 | 90 | 5,2113 | 163 |
| S164 | 0,1 | 18,04 | 90 | 2,5029 | 164 |
| S165 | 0,07 | 15,69 | 90 | 1,1129 | 165 |
| S166 | 0,65 | 45,55 | 50 | 4,5156 | 166 |
| S167 | 0,65 | 45,84 | 75 | 6,3601 | 167 |
| S169 | 0,67 | 46,09 | 90 | 5,3166 | 169 |
| S170 | 0,09 | 17,65 | 90 | 3,162 | 170 |
| S171 | 0,57 | 43,14 | 90 | 3,2497 | 171 |
| S172 | 0,34 | 32,66 | 90 | 1,4234 | 172 |
| S173 | 0,05 | 15,12 | 90 | 0,1178 | 173 |
| S174 | 0,07 | 14,75 | 90 | 0,8823 | 174 |
| S175 | 0,34 | 33,11 | 90 | 1,2361 | 175 |
| S176 | 0,32 | 31,83 | 90 | 37,5093 | 176 |
| S177 | 0,26 | 28,95 | 90 | 37,6255 | 177 |
| S178 | 0,03 | 9,23 | 90 | 3,0532 | 178 |
| S179 | 0,5 | 40,01 | 50 | 4,9212 | 179 |
| S180 | 0,47 | 38,8 | 90 | 4,4358 | 180 |
| S200 | 0,09 | 16,77 | 90 | 4,4586 | 138 |
| S201 | 0,26 | 28,75 | 90 | 25,1695 | 44 |
| S202 | 0,23 | 26,78 | 90 | 1,0173 | 202 |
| S203 | 0,2 | 25,39 | 90 | 43,9189 | 14 |

5.3.- Datos de pozos

| Nombre | Cota del Invert (m) | Altura de pozo (m) |
|--------|---------------------|--------------------|
| 0 | 2857,76 | 2,00 |
| 1 | 2854,72 | 3,90 |
| 3 | 2831,66 | 1,60 |
| 5 | 2820,62 | 2,30 |
| 6 | 2812,74 | 0,75 |
| 9 | 2855,47 | 3,95 |
| 10 | 2870,15 | 2,00 |
| 11 | 2882,32 | 1,94 |
| 12 | 2882,26 | 2,00 |
| 13 | 2877,67 | 3,00 |
| 14 | 2881,32 | 4,70 |
| 15 | 2880,25 | 2,30 |
| 16 | 2880,23 | 1,70 |
| 17 | 2874,65 | 2,25 |
| 18 | 2868,96 | 6,30 |
| 20 | 2888,38 | 1,35 |
| 21 | 2889,31 | 0,95 |
| 22 | 2891,68 | 1,90 |
| 23 | 2892,09 | 0,95 |
| 24 | 2891,88 | 1,80 |
| 25 | 2893,43 | 1,80 |
| 26 | 2893,81 | 1,75 |
| 38 | 2852,46 | 3,90 |
| 39 | 2850,54 | 3,00 |
| 40 | 2848,77 | 2,90 |
| 41 | 2845,9 | 2,65 |
| 43 | 2859,94 | 4,30 |
| 44 | 2847,72 | 2,00 |
| 45 | 2847,1 | 1,60 |
| 46 | 2849,65 | 1,60 |
| 47 | 2848,13 | 1,90 |
| 48 | 2843,02 | 1,50 |
| 49 | 2840,65 | 3,30 |
| 50 | 2842,48 | 2,57 |
| 51 | 2848,55 | 4,10 |
| 52 | 2853,24 | 3,60 |
| 53 | 2833,65 | 1,70 |
| 54 | 2835,03 | 1,90 |
| 55 | 2831,17 | 2,10 |
| 56 | 2831,62 | 1,80 |
| 57 | 2834,24 | 2,00 |
| 58 | 2831,8 | 1,80 |

| Nombre | Cota del Invert (m) | Altura de pozo (m) |
|--------|---------------------|--------------------|
| 59 | 2833,22 | 1,80 |
| 60 | 2835,21 | 1,80 |
| 61 | 2835,79 | 1,50 |
| 62 | 2838,36 | 2,20 |
| 63 | 2835,92 | 1,60 |
| 64 | 2838,9 | 1,50 |
| 65 | 2841,7 | 1,90 |
| 66 | 2841,1 | 1,90 |
| 67 | 2842,74 | 1,95 |
| 68 | 2836,47 | 1,95 |
| 69 | 2831,32 | 2,50 |
| 70 | 2827,32 | 2,00 |
| 71 | 2829,37 | 1,70 |
| 72 | 2823,52 | 2,20 |
| 73 | 2825,34 | 1,90 |
| 74 | 2827,15 | 1,70 |
| 75 | 2828,08 | 1,90 |
| 81 | 2821,54 | 2,00 |
| 82 | 2817,63 | 2,20 |
| 83 | 2818,31 | 2,10 |
| 84 | 2819,1 | 2,20 |
| 86 | 2820,82 | 2,10 |
| 88 | 2814,73 | 2,20 |
| 89 | 2812,25 | 2,53 |
| 90 | 2811,84 | 2,10 |
| 91 | 2810,39 | 2,20 |
| 92 | 2815,43 | 2,20 |
| 93 | 2816,09 | 2,20 |
| 94 | 2809,24 | 3,60 |
| 95 | 2808,54 | 2,10 |
| 96 | 2805,27 | 2,10 |
| 97 | 2804,93 | 2,40 |
| 98 | 2806,24 | 1,50 |
| 99 | 2804,64 | 1,50 |
| 100 | 2804,59 | 1,70 |
| 101 | 2803,82 | 1,90 |
| 102 | 2803,63 | 2,40 |
| 103 | 2831,51 | 1,90 |
| 105 | 2803,11 | 2,60 |
| 106 | 2802,78 | 2,30 |
| 107 | 2798,89 | 2,10 |
| 108 | 2804,4 | 2,40 |

| Nombre | Cota del Invert (m) | Altura de pozo (m) |
|--------|---------------------|--------------------|
| 109 | 2807,92 | 2,20 |
| 110 | 2809,05 | 1,50 |
| 111 | 2811,8 | 1,60 |
| 114 | 2818,42 | 1,90 |
| 115 | 2831,73 | 1,70 |
| 116 | 2831,42 | 1,90 |
| 117 | 2829,17 | 1,90 |
| 118 | 2820,76 | 4,50 |
| 119 | 2821,31 | 2,00 |
| 120 | 2822,96 | 2,10 |
| 121 | 2823,57 | 1,90 |
| 122 | 2824,1 | 2,50 |
| 123 | 2826,42 | 1,90 |
| 124 | 2826,63 | 1,80 |
| 125 | 2825,65 | 2,20 |
| 127 | 2829,68 | 1,50 |
| 131 | 2822,56 | 2,00 |
| 133 | 2819,53 | 2,33 |
| 135 | 2819,37 | 2,10 |
| 137 | 2818,91 | 2,00 |
| 138 | 2818,13 | 3,40 |
| 139 | 2812,98 | 4,00 |
| 140 | 2814,18 | 1,40 |
| 141 | 2814,04 | 1,60 |
| 142 | 2813,72 | 1,60 |
| 143 | 2813,64 | 1,30 |
| 144 | 2812,82 | 1,65 |
| 145 | 2811,98 | 2,00 |
| 146 | 2816,65 | 2,00 |
| 149 | 2826,71 | 2,10 |
| 150 | 2812,16 | 2,10 |
| 151 | 2811,94 | 1,60 |
| 153 | 2801,97 | 4,10 |
| 154 | 2803,18 | 2,00 |
| 155 | 2805,82 | 1,90 |
| 156 | 2808,48 | 2,40 |
| 157 | 2809,42 | 2,60 |
| 158 | 2809,84 | 2,00 |
| 159 | 2807,95 | 2,60 |
| 160 | 2805,27 | 2,60 |
| 161 | 2806,28 | 2,50 |
| 162 | 2806,89 | 2,00 |

| Nombre | Cota del Invert (m) | Altura de pozo (m) |
|--------|---------------------|--------------------|
| 163 | 2800,91 | 1,70 |
| 164 | 2797,38 | 2,40 |
| 166 | 2824,56 | 1,70 |
| 167 | 2838,83 | 1,90 |
| 168 | 2823,08 | 2,60 |
| 169 | 2807 | 4,30 |
| 170 | 2803,58 | 2,10 |
| 171 | 2830,48 | 2,50 |
| 172 | 2819,46 | 1,90 |
| 173 | 2812,41 | 2,31 |
| 174 | 2814,51 | 1,50 |
| 175 | 2810,52 | 0,75 |
| 176 | 2869,92 | 2,50 |
| 177 | 2861,04 | 2,10 |
| 178 | 2834,57 | 1,00 |
| 179 | 2827,89 | 1,40 |
| 180 | 2826,38 | 1,60 |
| 202 | 2798,18 | 2,84 |
| 165 | 2796,35 | 4,20 |
| DESC1 | 2792,8 | 1,20 |
| DESC2 | 2828,05 | 0,30 |
| DESC3 | 2806,23 | 0,25 |
| DESC4 | 2820,79 | 0,25 |
| DESC5 | 2805,01 | 1,40 |
| DESC6 | 2808,06 | 0,30 |

5.4.- Datos de tuberías

| Tubería | Forma | Pozo Inicial | Pozo Final | Diámetro (m) | Radio Hidráulico (m) | Flujo a sección llena (m³/s) | Longitud (m) | Pendiente (%) | Rugosidad |
|---------|-------------|--------------|------------|--------------|----------------------|------------------------------|--------------|---------------|-----------|
| 0.1 | CIRCULAR | 0 | 9 | 0,20 | 0,05 | 0,03 | 20,00 | 1,70 | 0,017 |
| 1.1 | CIRCULAR | 1 | 38 | 0,30 | 0,07 | 0,17 | 42,20 | 5,37 | 0,017 |
| 158.3 | RECT_CLOSED | 158 | DESC5 | 0,60 | 0,12 | 0,71 | 95,20 | 4,24 | 0,017 |
| 3.1 | CIRCULAR | 3 | 71 | 0,40 | 0,10 | 0,50 | 54,50 | 4,21 | 0,011 |
| 3.2 | CIRCULAR | 3 | 117 | 0,35 | 0,09 | 0,28 | 28,50 | 6,29 | 0,017 |
| 5.1 | CIRCULAR | 5 | 133 | 0,15 | 0,04 | 0,01 | 98,80 | 1,10 | 0,017 |
| 6.1 | CIRCULAR | 6 | 175 | 0,20 | 0,05 | 0,07 | 60,90 | 3,65 | 0,011 |
| 9.1 | CIRCULAR | 9 | 52 | 0,40 | 0,10 | 0,44 | 29,30 | 7,64 | 0,017 |
| 10.1 | CIRCULAR | 10 | 9 | 0,20 | 0,05 | 0,10 | 73,20 | 17,45 | 0,017 |
| 11.1 | CIRCULAR | 11 | 12 | 0,20 | 0,05 | 0,01 | 30,70 | 0,20 | 0,017 |
| 11.2 | CIRCULAR | 11 | 10 | 0,20 | 0,05 | 0,11 | 59,50 | 20,90 | 0,017 |
| 12.1 | CIRCULAR | 12 | 13 | 0,20 | 0,05 | 0,11 | 24,10 | 19,39 | 0,017 |
| 13.1 | CIRCULAR | 13 | 176 | 0,20 | 0,05 | 0,12 | 25,80 | 22,48 | 0,017 |
| 14.1 | CIRCULAR | 14 | 13 | 0,20 | 0,05 | 0,05 | 144,30 | 3,71 | 0,017 |
| 14.2 | CIRCULAR | 14 | 16 | 0,20 | 0,05 | 0,07 | 52,10 | 8,06 | 0,017 |
| 14.3 | CIRCULAR | 14 | 15 | 0,30 | 0,07 | 0,43 | 2,60 | 33,79 | 0,017 |
| 15.1 | CIRCULAR | 15 | 43 | 0,20 | 0,05 | 0,19 | 39,60 | 59,83 | 0,017 |
| 16.1 | CIRCULAR | 16 | 17 | 0,20 | 0,05 | 0,09 | 47,30 | 11,77 | 0,017 |
| 17.1 | CIRCULAR | 17 | 18 | 0,20 | 0,05 | 0,15 | 6,90 | 34,15 | 0,017 |
| 18.1 | RECT_CLOSED | 18 | 39 | 1,00 | 0,19 | 2,92 | 134,70 | 13,80 | 0,025 |
| 20.1 | CIRCULAR | 20 | 18 | 0,20 | 0,05 | 0,09 | 119,00 | 13,02 | 0,017 |
| 21.1 | CIRCULAR | 21 | 20 | 0,25 | 0,06 | 0,13 | 5,90 | 8,21 | 0,017 |
| 22.1 | CIRCULAR | 22 | 21 | 0,25 | 0,06 | 0,13 | 27,80 | 8,54 | 0,017 |
| 23.1 | CIRCULAR | 23 | 22 | 0,25 | 0,06 | 0,05 | 36,40 | 0,99 | 0,017 |
| 24.1 | CIRCULAR | 24 | 22 | 0,25 | 0,06 | 0,09 | 4,00 | 3,75 | 0,017 |
| 25.1 | CIRCULAR | 25 | 24 | 0,25 | 0,06 | 0,10 | 30,10 | 5,16 | 0,017 |
| 26.1 | CIRCULAR | 26 | 25 | 0,25 | 0,06 | 0,09 | 10,10 | 3,76 | 0,017 |
| 38.1 | CIRCULAR | 38 | 39 | 0,30 | 0,07 | 0,16 | 42,30 | 4,54 | 0,017 |
| 39.1 | CIRCULAR | 39 | 65 | 0,35 | 0,09 | 0,28 | 136,90 | 6,47 | 0,017 |
| 39.2 | CIRCULAR | 39 | 40 | 0,20 | 0,05 | 0,05 | 44,30 | 4,00 | 0,017 |
| 40.1 | CIRCULAR | 40 | 41 | 0,20 | 0,05 | 0,06 | 54,20 | 5,30 | 0,017 |
| 41.1 | CIRCULAR | 41 | 62 | 0,30 | 0,07 | 0,26 | 61,90 | 12,28 | 0,017 |
| 43.1 | CIRCULAR | 43 | 41 | 0,25 | 0,06 | 0,19 | 76,30 | 16,60 | 0,017 |
| 44.1 | CIRCULAR | 44 | 45 | 0,20 | 0,05 | 0,03 | 62,10 | 1,00 | 0,017 |
| 45.1 | RECT_CLOSED | 45 | 57 | 0,70 | 0,17 | 2,49 | 55,50 | 23,83 | 0,030 |
| 46.1 | CIRCULAR | 46 | 45 | 0,20 | 0,05 | 0,06 | 45,20 | 5,65 | 0,017 |
| 46.2 | CIRCULAR | 46 | 47 | 0,20 | 0,05 | 0,05 | 44,90 | 3,38 | 0,017 |
| 47.1 | CIRCULAR | 47 | 48 | 0,20 | 0,05 | 0,09 | 39,80 | 12,96 | 0,017 |
| 48.1 | CIRCULAR | 48 | 49 | 0,20 | 0,05 | 0,03 | 5,30 | 1,31 | 0,017 |
| 49.1 | CIRCULAR | 49 | 54 | 0,40 | 0,10 | 0,49 | 59,90 | 9,43 | 0,017 |
| 50.1 | CIRCULAR | 50 | 49 | 0,50 | 0,12 | 1,34 | 8,70 | 21,50 | 0,017 |

| Tubería | Forma | Pozo Inicial | Pozo Final | Diámetro (m) | Radio Hidráulico | Flujo a sección llena | Longitud (m) | Pendiente (%) | Rugosidad |
|---------|-------------|--------------|------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------|---------------|-----------|
| 51.1 | CIRCULAR | 51 | 50 | 0,50 | 0,12 | 0,88 | 65,60 | 9,30 | 0,017 |
| 52.1 | CIRCULAR | 52 | 51 | 0,50 | 0,12 | 1,01 | 38,70 | 12,22 | 0,017 |
| 53.1 | RECT_CLOSED | 53 | 55 | 0,80 | 0,15 | 0,92 | 134,00 | 1,85 | 0,017 |
| 54.1 | CIRCULAR | 54 | 53 | 0,40 | 0,10 | 0,47 | 15,90 | 8,73 | 0,017 |
| 55.1 | EGG | 55 | 179 | 0,90 | 0,17 | 1,70 | 65,20 | 5,04 | 0,017 |
| 56.1 | CIRCULAR | 56 | 55 | 0,50 | 0,12 | 0,81 | 5,80 | 7,83 | 0,017 |
| 57.1 | CIRCULAR | 57 | 56 | 0,50 | 0,12 | 0,81 | 33,40 | 7,86 | 0,017 |
| 58.1 | CIRCULAR | 58 | 55 | 0,40 | 0,10 | 0,30 | 17,20 | 3,66 | 0,017 |
| 59.1 | CIRCULAR | 59 | 58 | 0,40 | 0,10 | 0,28 | 45,80 | 3,10 | 0,017 |
| 60.1 | CIRCULAR | 60 | 59 | 0,40 | 0,10 | 0,30 | 57,80 | 3,44 | 0,017 |
| 61.1 | CIRCULAR | 61 | 60 | 0,35 | 0,09 | 0,29 | 8,40 | 6,89 | 0,017 |
| 62.1 | CIRCULAR | 62 | 61 | 0,35 | 0,09 | 0,26 | 48,10 | 5,35 | 0,017 |
| 63.1 | CIRCULAR | 63 | 60 | 0,35 | 0,09 | 0,33 | 8,10 | 8,81 | 0,017 |
| 64.1 | CIRCULAR | 64 | 63 | 0,35 | 0,09 | 0,29 | 44,90 | 6,66 | 0,017 |
| 65.1 | CIRCULAR | 65 | 64 | 0,35 | 0,09 | 0,26 | 51,60 | 5,44 | 0,017 |
| 65.2 | CIRCULAR | 65 | 66 | 0,25 | 0,06 | 0,15 | 9,30 | 10,87 | 0,017 |
| 66.1 | CIRCULAR | 66 | 68 | 0,30 | 0,07 | 0,21 | 59,00 | 7,87 | 0,017 |
| 67.1 | CIRCULAR | 67 | 66 | 0,30 | 0,07 | 0,14 | 46,20 | 3,55 | 0,017 |
| 68.1 | CIRCULAR | 68 | 69 | 0,30 | 0,07 | 0,22 | 58,80 | 8,79 | 0,017 |
| 69.1 | CIRCULAR | 69 | 70 | 0,30 | 0,07 | 0,19 | 58,80 | 6,82 | 0,017 |
| 70.1 | CIRCULAR | 70 | 72 | 0,35 | 0,09 | 0,27 | 64,20 | 5,93 | 0,017 |
| 71.1 | CIRCULAR | 71 | 70 | 0,40 | 0,10 | 0,39 | 53,40 | 2,53 | 0,011 |
| 72.1 | CIRCULAR | 72 | 82 | 0,25 | 0,06 | 0,11 | 97,70 | 6,04 | 0,017 |
| 72.2 | CIRCULAR | 72 | 81 | 0,40 | 0,10 | 0,29 | 58,40 | 3,39 | 0,017 |
| 73.1 | CIRCULAR | 73 | 72 | 0,25 | 0,06 | 0,09 | 51,20 | 3,56 | 0,017 |
| 74.1 | CIRCULAR | 74 | 168 | 0,30 | 0,07 | 0,18 | 50,80 | 6,05 | 0,017 |
| 74.2 | CIRCULAR | 74 | 73 | 0,25 | 0,06 | 0,10 | 51,20 | 4,72 | 0,017 |
| 75.1 | CIRCULAR | 75 | 74 | 0,25 | 0,06 | 0,09 | 42,10 | 3,87 | 0,017 |
| 75.2 | CIRCULAR | 75 | DESC2 | 0,30 | 0,07 | 0,02 | 28,70 | 0,10 | 0,017 |
| 81.1 | CIRCULAR | 81 | 138 | 0,45 | 0,11 | 0,41 | 58,10 | 3,46 | 0,017 |
| 82.1 | CIRCULAR | 82 | 88 | 0,25 | 0,06 | 0,12 | 54,80 | 6,39 | 0,017 |
| 82.2 | CIRCULAR | 82 | 93 | 0,40 | 0,10 | 0,27 | 55,10 | 2,79 | 0,017 |
| 83.1 | CIRCULAR | 83 | 82 | 0,30 | 0,07 | 0,13 | 23,30 | 2,92 | 0,017 |
| 84.1 | CIRCULAR | 84 | 83 | 0,30 | 0,07 | 0,13 | 25,60 | 3,09 | 0,017 |
| 86.1 | CIRCULAR | 86 | 84 | 0,25 | 0,06 | 0,09 | 48,20 | 4,19 | 0,017 |
| 86.2 | CIRCULAR | 86 | DESC4 | 0,25 | 0,06 | 0,03 | 26,20 | 0,11 | 0,010 |
| 88.1 | CIRCULAR | 88 | 90 | 0,25 | 0,06 | 0,10 | 55,10 | 5,25 | 0,017 |
| 89.1 | CIRCULAR | 89 | 90 | 0,30 | 0,07 | 0,07 | 48,00 | 0,85 | 0,017 |
| 90.1 | CIRCULAR | 90 | 94 | 0,25 | 0,06 | 0,16 | 20,10 | 13,05 | 0,017 |
| 90.2 | CIRCULAR | 90 | 91 | 0,40 | 0,10 | 0,27 | 49,40 | 2,94 | 0,017 |
| 91.1 | CIRCULAR | 91 | 169 | 0,40 | 0,10 | 0,26 | 49,20 | 2,62 | 0,017 |

| Tubería | Forma | Pozo Inicial | Pozo Final | Diámetro (m) | Radio Hidráulico | Flujo a sección llena | Longitud (m) | Pendiente (%) | Rugosidad |
|---------|-------------|--------------|------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------|---------------|-----------|
| 92.1 | CIRCULAR | 92 | 139 | 0,40 | 0,10 | 0,26 | 31,60 | 2,69 | 0,017 |
| 93.1 | CIRCULAR | 93 | 92 | 0,40 | 0,10 | 0,27 | 22,90 | 2,88 | 0,017 |
| 94.1 | CIRCULAR | 94 | 95 | 0,25 | 0,06 | 0,07 | 31,70 | 2,21 | 0,017 |
| 95.1 | CIRCULAR | 95 | 96 | 0,25 | 0,06 | 0,12 | 50,80 | 6,45 | 0,017 |
| 96.1 | CIRCULAR | 96 | 108 | 0,30 | 0,07 | 0,10 | 45,40 | 1,92 | 0,017 |
| 97.1 | CIRCULAR | 97 | 105 | 0,25 | 0,06 | 0,08 | 55,70 | 3,27 | 0,017 |
| 98.1 | CIRCULAR | 98 | 97 | 0,25 | 0,06 | 0,07 | 60,50 | 2,17 | 0,017 |
| 99.1 | CIRCULAR | 99 | 100 | 0,20 | 0,05 | 0,01 | 15,10 | 0,33 | 0,017 |
| 100.1 | CIRCULAR | 100 | 102 | 0,20 | 0,05 | 0,04 | 31,60 | 3,04 | 0,017 |
| 101.1 | CIRCULAR | 101 | 170 | 0,25 | 0,06 | 0,09 | 5,70 | 4,24 | 0,017 |
| 102.1 | CIRCULAR | 102 | 105 | 0,30 | 0,07 | 0,12 | 20,40 | 2,55 | 0,017 |
| 103.1 | CIRCULAR | 103 | 116 | 0,60 | 0,15 | 1,19 | 3,40 | 2,68 | 0,011 |
| 105.1 | CIRCULAR | 105 | 106 | 0,50 | 0,12 | 0,46 | 13,00 | 2,55 | 0,017 |
| 106.1 | CIRCULAR | 106 | 107 | 0,50 | 0,12 | 0,84 | 45,70 | 8,54 | 0,017 |
| 107.1 | CIRCULAR | 107 | 165 | 0,50 | 0,12 | 1,39 | 11,30 | 23,12 | 0,017 |
| 108.1 | CIRCULAR | 108 | 153 | 0,30 | 0,07 | 0,09 | 45,20 | 1,39 | 0,017 |
| 109.1 | CIRCULAR | 109 | 169 | 0,40 | 0,10 | 0,17 | 84,20 | 1,09 | 0,017 |
| 110.1 | CIRCULAR | 110 | 109 | 0,30 | 0,07 | 0,16 | 24,60 | 4,61 | 0,017 |
| 111.1 | CIRCULAR | 111 | 110 | 0,30 | 0,07 | 0,16 | 59,70 | 4,61 | 0,017 |
| 113.1 | CIRCULAR | 174 | 139 | 0,40 | 0,10 | 0,15 | 157,30 | 0,91 | 0,017 |
| 114.1 | CIRCULAR | 114 | 138 | 0,50 | 0,12 | 0,18 | 74,50 | 0,39 | 0,017 |
| 115.1 | CIRCULAR | 115 | 103 | 0,60 | 0,15 | 0,57 | 35,50 | 0,62 | 0,011 |
| 116.1 | CIRCULAR | 116 | 75 | 0,30 | 0,07 | 0,19 | 50,00 | 6,69 | 0,017 |
| 117.1 | CIRCULAR | 117 | 74 | 0,35 | 0,09 | 0,24 | 30,20 | 4,70 | 0,017 |
| 118.1 | EGG | 118 | 138 | 1,20 | 0,23 | 5,74 | 21,40 | 12,38 | 0,017 |
| 119.1 | EGG | 119 | 118 | 1,20 | 0,23 | 1,33 | 82,90 | 0,66 | 0,017 |
| 120.1 | CIRCULAR | 120 | 119 | 0,60 | 0,15 | 0,70 | 66,00 | 2,20 | 0,017 |
| 121.1 | RECT_CLOSED | 121 | 120 | 0,90 | 0,16 | 1,32 | 6,90 | 8,86 | 0,030 |
| 122.1 | CIRCULAR | 122 | 121 | 0,20 | 0,05 | 0,02 | 17,30 | 0,58 | 0,017 |
| 123.1 | RECT_CLOSED | 123 | 121 | 0,60 | 0,12 | 0,74 | 54,30 | 4,70 | 0,017 |
| 124.1 | RECT_CLOSED | 124 | 123 | 0,60 | 0,12 | 0,40 | 5,10 | 4,16 | 0,030 |
| 125.1 | CIRCULAR | 125 | 131 | 0,25 | 0,06 | 0,12 | 51,50 | 6,79 | 0,017 |
| 125.2 | CIRCULAR | 125 | 121 | 0,40 | 0,10 | 0,29 | 63,10 | 3,30 | 0,017 |
| 127.1 | RECT_CLOSED | 127 | 124 | 0,60 | 0,12 | 0,39 | 76,70 | 3,98 | 0,030 |
| 131.1 | CIRCULAR | 131 | 133 | 0,25 | 0,06 | 0,11 | 48,10 | 6,31 | 0,017 |
| 133.1 | CIRCULAR | 133 | 135 | 0,25 | 0,06 | 0,03 | 37,30 | 0,43 | 0,017 |
| 135.1 | CIRCULAR | 172 | 135 | 0,35 | 0,09 | 0,05 | 41,70 | 0,22 | 0,017 |
| 137.1 | CIRCULAR | 137 | 146 | 0,30 | 0,07 | 0,26 | 43,10 | 5,25 | 0,011 |
| 138.1 | EGG | 138 | 139 | 1,20 | 0,23 | 3,74 | 98,10 | 5,26 | 0,017 |
| 139.1 | EGG | 139 | 169 | 1,20 | 0,23 | 3,89 | 105,50 | 5,68 | 0,017 |
| 140.1 | CIRCULAR | 140 | 141 | 0,30 | 0,07 | 0,06 | 18,70 | 0,75 | 0,017 |

| Tubería | Forma | Pozo Inicial | Pozo Final | Diámetro (m) | Radio Hidráulico | Flujo a sección llena | Longitud (m) | Pendiente (%) | Rugosidad |
|---------|-------------|--------------|------------|--------------|------------------|-----------------------|--------------|---------------|-----------|
| 141.1 | CIRCULAR | 141 | 142 | 0,30 | 0,07 | 0,08 | 27,20 | 1,18 | 0,017 |
| 142.1 | CIRCULAR | 142 | 143 | 0,30 | 0,07 | 0,05 | 18,60 | 0,43 | 0,017 |
| 143.1 | CIRCULAR | 143 | 144 | 0,35 | 0,09 | 0,17 | 28,80 | 2,32 | 0,017 |
| 144.1 | RECT_CLOSED | 144 | 145 | 0,50 | 0,11 | 0,49 | 25,70 | 3,28 | 0,017 |
| 145.1 | RECT_CLOSED | 145 | 151 | 0,60 | 0,12 | 0,23 | 9,20 | 0,43 | 0,017 |
| 146.1 | CIRCULAR | 146 | 174 | 0,30 | 0,07 | 0,26 | 42,10 | 5,09 | 0,011 |
| 149.1 | CIRCULAR | 149 | 125 | 0,25 | 0,06 | 0,07 | 48,90 | 2,17 | 0,017 |
| 150.1 | CIRCULAR | 150 | 151 | 0,20 | 0,05 | 0,02 | 45,90 | 0,48 | 0,017 |
| 151.1 | CIRCULAR | 151 | 111 | 0,35 | 0,09 | 0,18 | 5,10 | 2,74 | 0,017 |
| 153.1 | EGG | 153 | 202 | 1,20 | 0,23 | 3,69 | 74,20 | 5,11 | 0,017 |
| 154.1 | CIRCULAR | 154 | 153 | 0,50 | 0,12 | 0,31 | 59,80 | 1,19 | 0,017 |
| 155.1 | CIRCULAR | 155 | 154 | 0,35 | 0,09 | 0,23 | 62,10 | 4,25 | 0,017 |
| 156.1 | CIRCULAR | 156 | 155 | 0,35 | 0,09 | 0,23 | 62,10 | 4,28 | 0,017 |
| 156.2 | CIRCULAR | 156 | DESC6 | 0,30 | 0,07 | 0,17 | 54,50 | 1,87 | 0,010 |
| 157.1 | CIRCULAR | 157 | 156 | 0,30 | 0,07 | 0,10 | 48,20 | 1,95 | 0,017 |
| 158.1 | CIRCULAR | 158 | 157 | 0,30 | 0,07 | 0,07 | 47,70 | 0,88 | 0,017 |
| 158.2 | CIRCULAR | 158 | 159 | 0,20 | 0,05 | 0,05 | 45,60 | 4,15 | 0,017 |
| 159.1 | CIRCULAR | 159 | 160 | 0,25 | 0,06 | 0,09 | 45,40 | 4,36 | 0,017 |
| 160.1 | CIRCULAR | 160 | 163 | 0,30 | 0,07 | 0,20 | 55,30 | 7,18 | 0,017 |
| 161.1 | CIRCULAR | 161 | 160 | 0,30 | 0,07 | 0,11 | 34,90 | 2,03 | 0,017 |
| 162.1 | CIRCULAR | 162 | 161 | 0,30 | 0,07 | 0,07 | 72,90 | 0,84 | 0,017 |
| 163.1 | CIRCULAR | 163 | 164 | 0,30 | 0,07 | 0,19 | 54,10 | 6,53 | 0,017 |
| 164.1 | CIRCULAR | 164 | 165 | 0,40 | 0,10 | 0,29 | 30,60 | 3,37 | 0,017 |
| 165.1 | EGG | 165 | DESC1 | 1,80 | 0,35 | 8,83 | 105,30 | 3,37 | 0,017 |
| 166.1 | EGG | 166 | 119 | 0,90 | 0,17 | 1,69 | 65,50 | 4,97 | 0,017 |
| 167.1 | RECT_CLOSED | 167 | 3 | 0,50 | 0,14 | 0,66 | 117,50 | 6,11 | 0,030 |
| 168.1 | CIRCULAR | 168 | 86 | 0,30 | 0,07 | 0,16 | 46,20 | 4,90 | 0,017 |
| 169.1 | EGG | 169 | 153 | 1,20 | 0,23 | 3,69 | 98,40 | 5,12 | 0,017 |
| 170.1 | CIRCULAR | 170 | 106 | 0,25 | 0,06 | 0,00 | 18,70 | 0,00 | 0,017 |
| 171.1 | RECT_CLOSED | 171 | 127 | 0,60 | 0,12 | 0,23 | 55,50 | 1,44 | 0,030 |
| 172.1 | CIRCULAR | 172 | 114 | 0,50 | 0,12 | 0,34 | 73,30 | 1,42 | 0,017 |
| 172.2 | CIRCULAR | 172 | 137 | 0,20 | 0,05 | 0,08 | 9,50 | 10,06 | 0,017 |
| 173.1 | CIRCULAR | 173 | 89 | 0,25 | 0,06 | 0,06 | 48,40 | 1,59 | 0,017 |
| 173.2 | CIRCULAR | 173 | DESC3 | 0,25 | 0,06 | 0,19 | 103,80 | 5,96 | 0,010 |
| 175.1 | CIRCULAR | 175 | 156 | 0,20 | 0,05 | 0,10 | 31,20 | 6,55 | 0,011 |
| 176.1 | RECT_CLOSED | 176 | 177 | 0,50 | 0,11 | 0,87 | 24,80 | 32,15 | 0,030 |
| 177.1 | CIRCULAR | 177 | 45 | 0,50 | 0,12 | 1,80 | 38,40 | 39,01 | 0,017 |
| 178.1 | CIRCULAR | 178 | 53 | 0,30 | 0,07 | 0,11 | 7,20 | 2,36 | 0,017 |
| 179.1 | EGG | 179 | 180 | 0,90 | 0,17 | 1,80 | 26,70 | 5,67 | 0,017 |
| 180.1 | EGG | 180 | 166 | 0,90 | 0,17 | 1,45 | 38,70 | 3,67 | 0,017 |
| 202.1 | EGG | 202 | 165 | 1,80 | 0,35 | 1,32 | 33,10 | 5,53 | 0,017 |

5.5.- Parámetros de infiltración

| | |
|--|----------|
| Tasa máxima de infiltración | 200m/h |
| Tasa mínima de infiltración | 12.7mm/h |
| Constante de decaimiento | 2 |
| Tiempo de secado | 5 días |
| Almacenamiento en superficies permeables | 3.5mm |
| Almacenamiento en superficies impermeables | 2mm |
| Área impermeable sin almacenamiento | 10% |

5.6.- Coeficientes de rugosidad de Manning

| | |
|-------------------------|-------|
| Asfalto | 0.015 |
| Superficies permeables | 0.04 |
| Hormigón simple | 0.017 |
| PVC | 0.011 |
| Mampostería de ladrillo | 0.025 |
| Mampostería de piedra | 0.030 |

Anexo 6: Análisis hidráulico de red existente

6.1.- Tiempo de trabajo a presión en tuberías

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 0.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| 5.1 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,04 | 0,04 |
| 10.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| 16.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,04 | 0,08 |
| 20.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 21.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,02 | 0,10 |
| 22.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,04 |
| 23.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,06 |
| 24.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,04 |
| 38.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 39.1 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 0,09 | 0,13 |
| 39.2 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,01 | 0,06 |
| 40.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,27 | 0,18 |
| 41.1 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,01 | 0,06 |
| 43.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 44.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,33 | 0,01 |
| 46.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,01 |
| 46.2 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 47.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,07 |
| 48.1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,25 | 0,15 |
| 49.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 54.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,09 |
| 55.1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 56.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,05 |
| 58.1 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,31 | 0,28 |
| 59.1 | 0,34 | 0,34 | 0,34 | 0,33 | 0,34 |
| 60.1 | 0,33 | 0,33 | 0,33 | 0,04 | 0,15 |
| 61.1 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,01 | 0,01 |
| 62.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,16 | 0,18 |
| 63.1 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,01 | 0,01 |
| 64.1 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,01 | 0,01 |
| 65.1 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,03 | 0,08 |
| 65.2 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| 66.1 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |
| 67.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 68.1 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,01 | 0,01 |
| 69.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,20 | 0,20 |
| 70.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,16 | 0,11 |

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 71.1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 72.1 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,02 | 0,08 |
| 72.2 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,10 |
| 73.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |
| 75.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,16 | 0,01 |
| 81.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| 82.1 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 82.2 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| 83.1 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,08 | 0,09 |
| 84.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 86.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 86.2 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,28 | 0,03 |
| 88.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,18 | 0,07 |
| 89.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 |
| 90.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 90.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 91.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,03 |
| 92.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,11 | 0,06 |
| 93.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,06 | 0,11 |
| 94.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,26 | 0,21 |
| 95.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,01 | 0,01 |
| 96.1 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,11 | 0,15 |
| 97.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 99.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,11 | 0,06 |
| 100.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| 108.1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,30 | 0,14 |
| 109.1 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,04 | 0,04 |
| 110.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 111.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,02 |
| 113.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 114.1 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,15 | 0,15 |
| 119.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,14 | 0,01 |
| 120.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 122.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,17 | 0,07 |
| 131.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 133.1 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,25 | 0,26 |
| 135.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,24 | 0,01 |
| 139.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| 142.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,01 |
| 144.1 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 145.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 149.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 150.1 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,09 | 0,09 |
| 151.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,08 |
| 153.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,09 | 0,01 |
| 154.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 155.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 156.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| 160.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| 163.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,10 | 0,11 |
| 164.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| 166.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,01 |
| 169.1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,01 | 0,10 |
| 170.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,44 | 0,01 |
| 172.1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 175.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,03 |
| 179.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| 180.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,09 |

6.2.- Calificación hidráulica de tuberías de red matriz

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 0.1 | 0,039 | 0:35 | 1,30 | 0,92 | 4 |
| 1.1 | 0,027 | 0:35 | 0,62 | 0,63 | 3 |
| 3.1 | 0,134 | 0:35 | 2,14 | 0,68 | 3 |
| 3.2 | 0,084 | 0:35 | 2,43 | 0,39 | 2 |
| 5.1 | 0,016 | 0:31 | 0,92 | 1,00 | 5 |
| 6.1 | 0,039 | 0:35 | 1,65 | 0,76 | 3 |
| 9.1 | 0,177 | 0:35 | 3,17 | 0,46 | 2 |
| 10.1 | 0,118 | 0:33 | 3,84 | 1,00 | 4 |
| 11.1 | 0,002 | 0:35 | 0,19 | 0,46 | 2 |
| 11.2 | 0,030 | 0:35 | 1,31 | 0,67 | 3 |
| 12.1 | 0,069 | 0:35 | 2,83 | 0,74 | 3 |
| 13.1 | 0,111 | 0:35 | 4,01 | 0,84 | 3 |
| 14.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,00 | 1 |
| 14.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,50 | 2 |
| 14.3 | 0,053 | 0:35 | 2,92 | 0,30 | 1 |
| 15.1 | 0,112 | 0:35 | 4,27 | 0,77 | 3 |
| 16.1 | 0,089 | 0:37 | 3,00 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 17.1 | 0,141 | 0:35 | 4,75 | 0,89 | 3 |
| 18.1 | 0,301 | 0:35 | 1,85 | 0,58 | 2 |
| 20.1 | 0,097 | 0:32 | 3,24 | 1,00 | 4 |
| 21.1 | 0,137 | 0:34 | 2,80 | 1,00 | 4 |
| 22.1 | 0,132 | 0:34 | 2,69 | 1,00 | 4 |
| 23.1 | 0,067 | 0:33 | 1,36 | 1,00 | 4 |
| 24.1 | 0,073 | 0:35 | 1,48 | 1,00 | 4 |
| 25.1 | 0,038 | 0:35 | 1,02 | 0,71 | 3 |
| 26.1 | 0,030 | 0:35 | 1,47 | 0,44 | 2 |
| 38.1 | 0,114 | 0:35 | 1,70 | 1,00 | 4 |
| 39.1 | 0,300 | 0:38 | 3,12 | 1,00 | 5 |
| 39.2 | 0,050 | 0:37 | 1,58 | 1,00 | 5 |
| 40.1 | 0,071 | 0:32 | 2,29 | 1,00 | 5 |
| 41.1 | 0,254 | 0:36 | 3,60 | 1,00 | 4 |
| 43.1 | 0,207 | 0:33 | 4,31 | 1,00 | 4 |
| 44.1 | 0,047 | 0:35 | 1,83 | 0,91 | 4 |
| 45.1 | 0,436 | 0:35 | 2,68 | 0,34 | 2 |
| 46.1 | 0,065 | 0:35 | 2,19 | 0,91 | 4 |
| 46.2 | 0,029 | 0:35 | 1,08 | 1,00 | 4 |
| 47.1 | 0,090 | 0:34 | 2,86 | 1,00 | 4 |
| 48.1 | 0,100 | 0:33 | 3,18 | 1,00 | 4 |
| 49.1 | 0,442 | 0:34 | 3,60 | 1,00 | 4 |
| 50.1 | 0,369 | 0:35 | 3,54 | 0,68 | 3 |
| 51.1 | 0,335 | 0:35 | 4,29 | 0,42 | 2 |
| 52.1 | 0,236 | 0:35 | 3,18 | 0,40 | 2 |
| 53.1 | 0,559 | 0:35 | 1,83 | 0,79 | 3 |
| 54.1 | 0,503 | 0:34 | 4,00 | 1,00 | 4 |
| 56.1 | 0,549 | 0:35 | 2,80 | 1,00 | 4 |
| 57.1 | 0,514 | 0:35 | 3,14 | 0,81 | 3 |
| 58.1 | 0,344 | 0:34 | 2,74 | 1,00 | 5 |
| 59.1 | 0,321 | 0:31 | 2,55 | 1,00 | 5 |
| 60.1 | 0,300 | 0:48 | 2,42 | 1,00 | 5 |
| 61.1 | 0,201 | 0:30 | 2,10 | 1,00 | 5 |
| 62.1 | 0,272 | 0:33 | 2,82 | 1,00 | 5 |
| 63.1 | 0,205 | 0:32 | 2,13 | 1,00 | 5 |
| 64.1 | 0,263 | 0:38 | 2,78 | 1,00 | 5 |
| 65.1 | 0,261 | 0:36 | 2,71 | 1,00 | 5 |
| 65.2 | 0,130 | 0:33 | 2,75 | 1,00 | 4 |
| 66.1 | 0,197 | 0:36 | 2,78 | 1,00 | 4 |
| 67.1 | 0,100 | 0:35 | 1,88 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 68.1 | 0,198 | 0:36 | 2,79 | 1,00 | 4 |
| 69.1 | 0,223 | 0:32 | 3,15 | 1,00 | 5 |
| 70.1 | 0,313 | 0:40 | 3,26 | 1,00 | 4 |
| 71.1 | 0,223 | 0:35 | 2,54 | 1,00 | 4 |
| 72.1 | 0,116 | 0:34 | 2,73 | 1,00 | 4 |
| 72.2 | 0,324 | 0:35 | 2,58 | 1,00 | 4 |
| 73.1 | 0,079 | 0:35 | 1,62 | 1,00 | 4 |
| 74.1 | 0,148 | 0:35 | 2,76 | 0,71 | 3 |
| 74.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,50 | 2 |
| 75.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,44 | 2 |
| 81.1 | 0,455 | 0:35 | 2,88 | 0,98 | 4 |
| 82.1 | 0,094 | 0:35 | 1,92 | 1,00 | 4 |
| 82.2 | 0,227 | 0:36 | 1,97 | 1,00 | 4 |
| 83.1 | 0,150 | 0:36 | 2,13 | 1,00 | 4 |
| 84.1 | 0,119 | 0:35 | 1,68 | 1,00 | 4 |
| 86.1 | 0,060 | 0:38 | 1,40 | 1,00 | 4 |
| 88.1 | 0,132 | 0:34 | 2,72 | 1,00 | 4 |
| 89.1 | 0,083 | 0:35 | 1,20 | 1,00 | 4 |
| 90.1 | 0,077 | 0:31 | 1,98 | 1,00 | 4 |
| 90.2 | 0,196 | 0:34 | 1,88 | 1,00 | 4 |
| 91.1 | 0,285 | 0:35 | 2,28 | 1,00 | 4 |
| 92.1 | 0,368 | 0:35 | 2,93 | 1,00 | 4 |
| 93.1 | 0,304 | 0:35 | 2,42 | 1,00 | 4 |
| 94.1 | 0,095 | 0:31 | 1,95 | 1,00 | 5 |
| 95.1 | 0,113 | 0:31 | 2,41 | 1,00 | 5 |
| 96.1 | 0,118 | 0:31 | 1,67 | 1,00 | 5 |
| 97.1 | 0,082 | 0:35 | 1,74 | 0,92 | 4 |
| 98.1 | 0,046 | 0:35 | 1,23 | 0,73 | 3 |
| 99.1 | 0,026 | 0:35 | 0,82 | 1,00 | 4 |
| 100.1 | 0,058 | 0:35 | 1,86 | 0,99 | 4 |
| 101.1 | 0,012 | 0:35 | 0,35 | 0,67 | 3 |
| 102.1 | 0,085 | 0:35 | 1,42 | 0,79 | 3 |
| 103.1 | 0,023 | 0:35 | 1,02 | 0,13 | 1 |
| 105.1 | 0,181 | 0:35 | 1,87 | 0,50 | 2 |
| 106.1 | 0,251 | 0:35 | 3,81 | 0,37 | 2 |
| 107.1 | 0,295 | 0:35 | 2,16 | 0,66 | 3 |
| 108.1 | 0,165 | 0:34 | 2,34 | 1,00 | 4 |
| 109.1 | 0,217 | 0:33 | 1,73 | 1,00 | 5 |
| 110.1 | 0,137 | 0:33 | 1,94 | 1,00 | 5 |
| 111.1 | 0,153 | 0:36 | 2,17 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 113.1 | 0,153 | 0:36 | 1,22 | 1,00 | 4 |
| 114.1 | 0,278 | 0:35 | 1,41 | 1,00 | 5 |
| 115.1 | 0,013 | 0:35 | 0,80 | 0,11 | 1 |
| 116.1 | 0,042 | 0:35 | 0,84 | 0,66 | 3 |
| 117.1 | 0,122 | 0:35 | 2,37 | 0,53 | 2 |
| 120.1 | 0,519 | 0:36 | 1,83 | 1,00 | 4 |
| 121.1 | 0,461 | 0:36 | 1,98 | 0,96 | 4 |
| 122.1 | 0,068 | 0:35 | 2,18 | 1,00 | 4 |
| 123.1 | 0,289 | 0:36 | 2,68 | 0,65 | 3 |
| 124.1 | 0,274 | 0:36 | 1,88 | 0,61 | 3 |
| 125.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,50 | 2 |
| 125.2 | 0,103 | 0:35 | 1,22 | 0,71 | 3 |
| 127.1 | 0,236 | 0:35 | 1,43 | 0,69 | 3 |
| 131.1 | 0,082 | 0:35 | 1,66 | 1,00 | 4 |
| 133.1 | 0,089 | 0:32 | 1,82 | 1,00 | 5 |
| 135.1 | 0,122 | 0:35 | 1,32 | 1,00 | 4 |
| 137.1 | 0,081 | 0:35 | 2,36 | 0,57 | 2 |
| 140.1 | 0,016 | 0:35 | 0,57 | 0,44 | 2 |
| 141.1 | 0,040 | 0:36 | 0,71 | 0,77 | 3 |
| 142.1 | 0,070 | 0:35 | 1,12 | 0,84 | 3 |
| 143.1 | 0,102 | 0:35 | 1,70 | 0,78 | 3 |
| 144.1 | 0,123 | 0:35 | 1,05 | 1,00 | 4 |
| 145.1 | 0,120 | 0:36 | 0,75 | 1,00 | 4 |
| 146.1 | 0,171 | 0:35 | 2,83 | 0,89 | 3 |
| 149.1 | 0,068 | 0:35 | 1,57 | 0,83 | 3 |
| 150.1 | 0,031 | 0:35 | 0,98 | 1,00 | 4 |
| 151.1 | 0,140 | 0:37 | 1,50 | 1,00 | 4 |
| 154.1 | 0,333 | 0:34 | 1,70 | 1,00 | 5 |
| 155.1 | 0,240 | 0:34 | 2,50 | 1,00 | 4 |
| 156.1 | 0,172 | 0:33 | 2,13 | 1,00 | 4 |
| 157.1 | 0,071 | 0:35 | 1,18 | 0,82 | 3 |
| 158.1 | 0,002 | 0:35 | 0,09 | 0,38 | 2 |
| 158.2 | 0,004 | 0:35 | 0,24 | 0,53 | 2 |
| 159.1 | 0,075 | 0:35 | 2,07 | 0,76 | 3 |
| 160.1 | 0,187 | 0:34 | 3,06 | 1,00 | 4 |
| 161.1 | 0,068 | 0:35 | 1,49 | 0,80 | 3 |
| 162.1 | 0,016 | 0:35 | 0,51 | 0,46 | 2 |
| 163.1 | 0,209 | 0:34 | 2,96 | 1,00 | 4 |
| 164.1 | 0,229 | 0:34 | 1,82 | 1,00 | 4 |
| 167.1 | 0,162 | 0:35 | 1,82 | 0,30 | 1 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 168.1 | 0,146 | 0:36 | 2,14 | 0,96 | 4 |
| 170.1 | 0,034 | 0:35 | 0,80 | 0,80 | 3 |
| 171.1 | 0,119 | 0:35 | 0,92 | 0,54 | 2 |
| 172.1 | 0,170 | 0:39 | 1,14 | 1,00 | 4 |
| 172.2 | 0,043 | 0:35 | 2,28 | 0,58 | 2 |
| 173.1 | 0,002 | 0:35 | 0,08 | 0,57 | 2 |
| 175.1 | 0,094 | 0:34 | 2,99 | 1,00 | 4 |
| 176.1 | 0,193 | 0:35 | 15,05 | 0,28 | 1 |
| 177.1 | 0,261 | 0:35 | 5,46 | 0,29 | 1 |
| 178.1 | 0,008 | 0:35 | 0,89 | 0,19 | 1 |

Anexo 7: Análisis hidráulico Escenario 1

7.1.- Modificaciones realizadas a partir de la red original

7.1.1.- Tuberías

| Tubería | Diámetro original (mm) | Longitud (m) | Diámetro modificado (mm) | Material de reemplazo |
|---------|------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| 5.1 | 150 | 98,80 | 200 | PVC |
| 39.1 | 350 | 136,90 | 400 | PVC |
| 39.2 | 200 | 44,30 | 250 | PVC |
| 40.1 | 200 | 54,20 | 250 | PVC |
| 58.1 | 400 | 17,20 | 450 | PVC |
| 59.1 | 400 | 45,80 | 450 | PVC |
| 60.1 | 400 | 57,80 | 450 | PVC |
| 61.1 | 350 | 8,40 | 400 | PVC |
| 62.1 | 350 | 48,10 | 400 | PVC |
| 63.1 | 350 | 8,10 | 400 | PVC |
| 64.1 | 350 | 44,90 | 400 | PVC |
| 65.1 | 350 | 51,60 | 400 | PVC |
| 69.1 | 300 | 58,80 | 350 | PVC |
| 94.1 | 250 | 31,70 | 300 | PVC |
| 95.1 | 250 | 50,80 | 300 | PVC |
| 96.1 | 300 | 45,40 | 350 | PVC |
| 109.1 | 400 | 84,20 | 450 | PVC |
| 110.1 | 300 | 24,60 | 350 | PVC |
| 114.1 | 500 | 74,50 | 550 | PVC |
| 133.1 | 250 | 37,30 | 300 | PVC |
| 154.1 | 500 | 59,80 | 550 | PVC |
| 10.1 | 200 | 73,20 | 250 | PVC |
| 16.1 | 200 | 47,30 | 250 | PVC |
| 41.1 | 300 | 61,90 | 350 | PVC |
| 43.1 | 250 | 76,30 | 300 | PVC |
| 44.1 | 200 | 62,10 | 250 | PVC |
| 47.1 | 200 | 39,80 | 250 | PVC |
| 48.1 | 200 | 5,30 | 250 | PVC |
| 66.1 | 300 | 59,00 | 350 | PVC |
| 68.1 | 300 | 58,80 | 350 | PVC |
| 70.1 | 350 | 64,20 | 400 | PVC |
| 83.1 | 300 | 23,30 | 350 | PVC |
| 88.1 | 250 | 55,10 | 300 | PVC |
| 113.1 | 400 | 157,30 | 450 | PVC |
| 133.1 | 250 | 37,30 | 300 | PVC |
| 151.1 | 350 | 5,10 | 400 | PVC |
| 155.1 | 350 | 62,10 | 400 | PVC |

| Tubería | Diámetro original (mm) | Longitud (m) | Diámetro modificado (mm) | Material de reemplazo |
|---------|------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| 163.1 | 300 | 54,10 | 350 | PVC |
| 175.1 | 200 | 31,20 | 250 | PVC |
| 135.1 | 350 | 41,70 | 350 | PVC |
| 172.1 | 500 | 73,30 | 500 | PVC |

7.1.2.- Pozos

| | |
|-------------------------------|---------|
| Pozo | 172 |
| Cota invert original (msnm) | 2819.46 |
| Altura original (m) | 1.90 |
| Cota invert modificado (msnm) | 2818.46 |
| Altura modificada (m) | 2.50 |

7.2.- Resultados análisis hidráulico

7.2.1.- Inundación en pozos

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m³/s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m³) |
|------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|
| 17 | 0,04 | 0,04 | 0:35 | 0,003 | 3,00 |
| 20 | 0,08 | 0,06 | 0:34 | 0,007 | 7,00 |
| 21 | 0,08 | 0,03 | 0:35 | 0,005 | 5,00 |
| 23 | 0,07 | 0,05 | 0:35 | 0,007 | 7,00 |
| 44 | 0,09 | 0,06 | 0:35 | 0,01 | 10,00 |
| 56 | 0,06 | 0,07 | 0:33 | 0,006 | 6,00 |
| 58 | 0,08 | 0,08 | 0:35 | 0,018 | 18,00 |
| 59 | 0,15 | 0,16 | 0:35 | 0,05 | 50,00 |
| 60 | 0,16 | 0,12 | 0:35 | 0,052 | 52,00 |
| 61 | 0,16 | 0,33 | 0:35 | 0,119 | 119,00 |
| 62 | 0,04 | 0,06 | 0:35 | 0,005 | 5,00 |
| 63 | 0,14 | 0,26 | 0:35 | 0,097 | 97,00 |
| 64 | 0,03 | 0,06 | 0:33 | 0,001 | 1,00 |
| 69 | 0,05 | 0,10 | 0:36 | 0,01 | 10,00 |
| 70 | 0,08 | 0,23 | 0:35 | 0,046 | 46,00 |
| 72 | 0,13 | 0,25 | 0:35 | 0,066 | 66,00 |
| 96 | 0,15 | 0,10 | 0:35 | 0,032 | 32,00 |
| 108 | 0,18 | 0,11 | 0:35 | 0,038 | 38,00 |
| 109 | 0,12 | 0,42 | 0:37 | 0,114 | 114,00 |
| 110 | 0,08 | 0,05 | 0:34 | 0,008 | 8,00 |

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m³/s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m³) |
|-------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|
| 119 | 0,14 | 0,41 | 0:36 | 0,139 | 139,00 |
| 154 | 0,08 | 0,25 | 0:34 | 0,038 | 38,00 |
| 166 | 0,01 | 0,19 | 0:33 | 0,001 | 1,00 |
| 169 | 0,01 | 0,78 | 0:35 | 0,002 | 2,00 |
| 174 | 0,01 | 0,20 | 0:37 | 0,003 | 3,00 |
| 179 | 0,13 | 0,34 | 0:35 | 0,118 | 118,00 |
| 180 | 0,09 | 0,11 | 0:32 | 0,016 | 16,00 |
| Total | | | | 1,011 | 1011 |

7.2.2.- Tiempos de trabajo a presión en tuberías

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 0.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| 5.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,03 |
| 17.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 20.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 21.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,02 | 0,10 |
| 22.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,04 |
| 23.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,06 |
| 24.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,04 |
| 39.2 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 40.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,09 | 0,04 |
| 44.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,15 | 0,01 |
| 48.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,08 |
| 49.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,04 |
| 54.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,10 |
| 55.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,08 |
| 56.1 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,01 | 0,08 |
| 57.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 58.1 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,01 | 0,23 |
| 59.1 | 0,22 | 0,22 | 0,22 | 0,01 | 0,13 |
| 60.1 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,01 | 0,01 |
| 61.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 62.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,07 |
| 63.1 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,01 |
| 64.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,01 |
| 65.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| 68.1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 69.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,06 |
| 70.1 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |
| 71.1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 72.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,14 | 0,10 |
| 72.2 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 73.1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |
| 75.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,16 | 0,01 |
| 81.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,13 | 0,01 |
| 82.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,06 | 0,01 |
| 82.2 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| 83.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 84.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,05 |
| 86.1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 86.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,28 | 0,01 |
| 89.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| 90.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 90.2 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 91.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,03 |
| 92.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,10 | 0,06 |
| 93.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,05 | 0,10 |
| 94.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,11 |
| 95.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 96.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,01 | 0,01 |
| 97.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 99.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,11 | 0,06 |
| 100.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| 108.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,29 | 0,21 |
| 109.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 110.1 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,01 | 0,01 |
| 111.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,01 |
| 113.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 114.1 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,04 | 0,07 |
| 119.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,17 | 0,01 |
| 120.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 122.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,17 | 0,07 |
| 133.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,13 | 0,10 |
| 135.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,03 | 0,06 |
| 139.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 142.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,01 |
| 145.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 149.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 150.1 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,08 | 0,08 |
| 151.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| 153.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,10 | 0,01 |
| 154.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 155.1 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 164.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,06 |
| 166.1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,01 | 0,01 |
| 169.1 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,13 |
| 170.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,44 | 0,01 |
| 172.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| 179.1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |
| 180.1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,01 | 0,14 |

7.2.3.- Calificación hidráulica de tuberías de red matriz

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 0.1 | 0,039 | 0:35 | 1,30 | 0,92 | 4 |
| 1.1 | 0,010 | 0:35 | 0,38 | 0,40 | 2 |
| 3.1 | 0,134 | 0:35 | 2,27 | 0,68 | 3 |
| 3.2 | 0,084 | 0:35 | 2,43 | 0,39 | 2 |
| 5.1 | 0,043 | 0:34 | 1,37 | 1,00 | 4 |
| 6.1 | 0,039 | 0:35 | 1,96 | 0,60 | 2 |
| 9.1 | 0,203 | 0:35 | 3,28 | 0,49 | 2 |
| 10.1 | 0,136 | 0:35 | 5,65 | 0,49 | 2 |
| 11.1 | 0,002 | 0:35 | 0,19 | 0,46 | 2 |
| 11.2 | 0,030 | 0:35 | 1,93 | 0,49 | 2 |
| 12.1 | 0,069 | 0:35 | 2,83 | 0,74 | 3 |
| 13.1 | 0,111 | 0:35 | 4,01 | 0,84 | 3 |
| 14.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,00 | 1 |
| 14.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,25 | 1 |
| 14.3 | 0,053 | 0:35 | 2,92 | 0,30 | 1 |
| 15.1 | 0,112 | 0:35 | 4,71 | 0,71 | 3 |
| 16.1 | 0,142 | 0:35 | 3,83 | 0,80 | 3 |
| 17.1 | 0,162 | 0:34 | 5,17 | 1,00 | 4 |
| 18.1 | 0,324 | 0:35 | 2,66 | 0,22 | 1 |
| 20.1 | 0,103 | 0:32 | 3,38 | 1,00 | 4 |
| 21.1 | 0,137 | 0:34 | 2,80 | 1,00 | 4 |
| 22.1 | 0,132 | 0:34 | 2,70 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 23.1 | 0,067 | 0:33 | 1,36 | 1,00 | 4 |
| 24.1 | 0,073 | 0:35 | 1,48 | 1,00 | 4 |
| 25.1 | 0,038 | 0:35 | 1,02 | 0,71 | 3 |
| 26.1 | 0,030 | 0:35 | 1,47 | 0,44 | 2 |
| 38.1 | 0,115 | 0:35 | 1,99 | 0,77 | 3 |
| 39.1 | 0,502 | 0:35 | 4,71 | 0,84 | 3 |
| 39.2 | 0,102 | 0:32 | 2,44 | 1,00 | 4 |
| 40.1 | 0,180 | 0:35 | 3,67 | 1,00 | 4 |
| 41.1 | 0,494 | 0:35 | 5,23 | 0,96 | 4 |
| 43.1 | 0,260 | 0:35 | 6,42 | 0,56 | 2 |
| 44.1 | 0,120 | 0:35 | 2,73 | 0,86 | 3 |
| 45.1 | 0,497 | 0:35 | 2,71 | 0,57 | 2 |
| 46.1 | 0,054 | 0:35 | 1,95 | 0,82 | 3 |
| 46.2 | 0,039 | 0:35 | 1,63 | 0,71 | 3 |
| 47.1 | 0,143 | 0:35 | 3,53 | 0,77 | 3 |
| 48.1 | 0,164 | 0:35 | 3,34 | 1,00 | 4 |
| 49.1 | 0,467 | 0:37 | 3,72 | 1,00 | 4 |
| 50.1 | 0,373 | 0:35 | 3,39 | 0,84 | 3 |
| 51.1 | 0,374 | 0:35 | 4,31 | 0,54 | 2 |
| 52.1 | 0,261 | 0:35 | 3,51 | 0,42 | 2 |
| 53.1 | 0,575 | 0:36 | 1,78 | 0,84 | 3 |
| 54.1 | 0,516 | 0:36 | 4,11 | 1,00 | 4 |
| 56.1 | 0,524 | 0:34 | 2,67 | 1,00 | 4 |
| 57.1 | 0,521 | 0:36 | 3,13 | 1,00 | 4 |
| 58.1 | 0,592 | 0:32 | 3,72 | 1,00 | 5 |
| 59.1 | 0,572 | 0:41 | 3,60 | 1,00 | 5 |
| 60.1 | 0,534 | 0:31 | 3,60 | 1,00 | 5 |
| 61.1 | 0,348 | 0:31 | 2,92 | 1,00 | 5 |
| 62.1 | 0,540 | 0:36 | 4,30 | 1,00 | 4 |
| 63.1 | 0,333 | 0:36 | 3,06 | 1,00 | 5 |
| 64.1 | 0,519 | 0:36 | 4,15 | 1,00 | 4 |
| 65.1 | 0,442 | 0:36 | 3,89 | 1,00 | 4 |
| 65.2 | 0,126 | 0:36 | 2,84 | 0,85 | 3 |
| 66.1 | 0,249 | 0:36 | 3,58 | 0,75 | 3 |
| 67.1 | 0,101 | 0:35 | 2,27 | 0,62 | 3 |
| 68.1 | 0,382 | 0:36 | 4,07 | 1,00 | 4 |
| 69.1 | 0,421 | 0:37 | 4,38 | 1,00 | 4 |
| 70.1 | 0,510 | 0:36 | 4,05 | 1,00 | 4 |
| 71.1 | 0,220 | 0:35 | 2,74 | 1,00 | 4 |
| 72.1 | 0,128 | 0:33 | 2,67 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 72.2 | 0,374 | 0:32 | 2,98 | 1,00 | 4 |
| 73.1 | 0,075 | 0:35 | 1,57 | 1,00 | 4 |
| 74.1 | 0,148 | 0:35 | 2,76 | 0,71 | 3 |
| 74.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,50 | 2 |
| 75.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,44 | 2 |
| 81.1 | 0,459 | 0:35 | 2,90 | 0,98 | 4 |
| 82.1 | 0,126 | 0:35 | 2,65 | 0,99 | 4 |
| 82.2 | 0,231 | 0:35 | 1,93 | 1,00 | 4 |
| 83.1 | 0,174 | 0:35 | 2,17 | 1,00 | 4 |
| 84.1 | 0,142 | 0:34 | 2,15 | 1,00 | 4 |
| 86.1 | 0,070 | 0:37 | 1,52 | 1,00 | 4 |
| 88.1 | 0,233 | 0:35 | 3,65 | 0,91 | 4 |
| 89.1 | 0,083 | 0:35 | 1,21 | 1,00 | 4 |
| 90.1 | 0,138 | 0:38 | 2,96 | 1,00 | 4 |
| 90.2 | 0,213 | 0:35 | 1,90 | 1,00 | 4 |
| 91.1 | 0,290 | 0:35 | 2,33 | 1,00 | 4 |
| 92.1 | 0,370 | 0:35 | 2,94 | 1,00 | 4 |
| 93.1 | 0,307 | 0:35 | 2,45 | 1,00 | 4 |
| 94.1 | 0,162 | 0:35 | 2,30 | 1,00 | 4 |
| 95.1 | 0,238 | 0:35 | 3,37 | 1,00 | 4 |
| 96.1 | 0,165 | 0:36 | 1,72 | 1,00 | 5 |
| 97.1 | 0,082 | 0:35 | 1,74 | 0,92 | 4 |
| 98.1 | 0,046 | 0:35 | 1,23 | 0,73 | 3 |
| 99.1 | 0,026 | 0:35 | 0,82 | 1,00 | 4 |
| 100.1 | 0,058 | 0:35 | 1,86 | 0,99 | 4 |
| 101.1 | 0,012 | 0:35 | 0,35 | 0,67 | 3 |
| 102.1 | 0,085 | 0:35 | 1,42 | 0,79 | 3 |
| 103.1 | 0,023 | 0:35 | 1,02 | 0,13 | 1 |
| 105.1 | 0,181 | 0:35 | 1,87 | 0,50 | 2 |
| 106.1 | 0,251 | 0:35 | 3,81 | 0,37 | 2 |
| 107.1 | 0,295 | 0:35 | 2,16 | 0,66 | 3 |
| 108.1 | 0,171 | 0:33 | 2,42 | 1,00 | 5 |
| 109.1 | 0,321 | 0:34 | 2,02 | 1,00 | 5 |
| 110.1 | 0,216 | 0:34 | 2,54 | 1,00 | 5 |
| 111.1 | 0,155 | 0:34 | 2,53 | 1,00 | 4 |
| 113.1 | 0,144 | 0:35 | 1,15 | 1,00 | 4 |
| 114.1 | 0,395 | 0:35 | 1,66 | 1,00 | 5 |
| 115.1 | 0,013 | 0:35 | 0,80 | 0,11 | 1 |
| 116.1 | 0,042 | 0:35 | 0,84 | 0,66 | 3 |
| 117.1 | 0,122 | 0:35 | 2,37 | 0,53 | 2 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 120.1 | 0,519 | 0:36 | 1,84 | 1,00 | 4 |
| 121.1 | 0,462 | 0:37 | 1,91 | 0,97 | 4 |
| 122.1 | 0,068 | 0:35 | 2,18 | 1,00 | 4 |
| 123.1 | 0,289 | 0:36 | 2,67 | 0,65 | 3 |
| 124.1 | 0,274 | 0:36 | 1,88 | 0,61 | 3 |
| 125.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,45 | 2 |
| 125.2 | 0,103 | 0:35 | 1,23 | 0,71 | 3 |
| 127.1 | 0,236 | 0:35 | 1,43 | 0,69 | 3 |
| 131.1 | 0,075 | 0:36 | 1,62 | 0,95 | 4 |
| 133.1 | 0,164 | 0:35 | 2,32 | 1,00 | 4 |
| 135.1 | 0,205 | 0:35 | 2,13 | 1,00 | 4 |
| 137.1 | 0,040 | 0:35 | 1,58 | 0,39 | 2 |
| 140.1 | 0,016 | 0:35 | 0,57 | 0,44 | 2 |
| 141.1 | 0,040 | 0:36 | 0,71 | 0,77 | 3 |
| 142.1 | 0,070 | 0:35 | 1,11 | 0,84 | 3 |
| 143.1 | 0,095 | 0:36 | 1,70 | 0,67 | 3 |
| 144.1 | 0,124 | 0:35 | 1,18 | 0,95 | 4 |
| 145.1 | 0,123 | 0:34 | 0,93 | 1,00 | 4 |
| 146.1 | 0,136 | 0:35 | 3,05 | 0,73 | 3 |
| 149.1 | 0,069 | 0:35 | 1,58 | 0,83 | 3 |
| 150.1 | 0,031 | 0:35 | 0,98 | 1,00 | 4 |
| 151.1 | 0,150 | 0:34 | 1,60 | 1,00 | 4 |
| 154.1 | 0,390 | 0:34 | 1,98 | 1,00 | 5 |
| 155.1 | 0,325 | 0:35 | 3,16 | 1,00 | 4 |
| 156.1 | 0,228 | 0:35 | 2,65 | 0,95 | 4 |
| 157.1 | 0,072 | 0:35 | 1,21 | 0,81 | 3 |
| 158.1 | 0,002 | 0:35 | 0,09 | 0,37 | 2 |
| 158.2 | 0,004 | 0:35 | 0,23 | 0,53 | 2 |
| 159.1 | 0,075 | 0:35 | 2,07 | 0,69 | 3 |
| 160.1 | 0,196 | 0:34 | 3,05 | 0,89 | 3 |
| 161.1 | 0,068 | 0:36 | 1,50 | 0,66 | 3 |
| 162.1 | 0,016 | 0:35 | 0,51 | 0,47 | 2 |
| 163.1 | 0,272 | 0:35 | 3,27 | 0,81 | 3 |
| 164.1 | 0,297 | 0:35 | 2,37 | 1,00 | 4 |
| 167.1 | 0,162 | 0:35 | 1,82 | 0,30 | 1 |
| 168.1 | 0,147 | 0:36 | 2,18 | 0,92 | 4 |
| 170.1 | 0,034 | 0:35 | 0,80 | 0,80 | 3 |
| 171.1 | 0,119 | 0:35 | 0,92 | 0,54 | 2 |
| 172.1 | 0,267 | 0:35 | 1,36 | 1,00 | 4 |
| 172.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,20 | 1 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 173.1 | 0,012 | 0:35 | 0,35 | 0,65 | 3 |
| 175.1 | 0,106 | 0:35 | 2,59 | 0,78 | 3 |
| 176.1 | 0,193 | 0:35 | 15,08 | 0,28 | 1 |
| 177.1 | 0,261 | 0:35 | 5,18 | 0,31 | 2 |
| 178.1 | 0,008 | 0:35 | 0,89 | 0,19 | 1 |

Anexo 8: Análisis hidráulico Escenario 2

8.1.- Modificaciones realizadas a partir del Escenario 1

8.1.1.- Tuberías

| Tubería | Diámetro original (mm) | Longitud (m) | Diámetro modificado (mm) | Material de reemplazo |
|---------|------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| 17.1 | 200 | 6,90 | 250 | PVC |
| 20.1 | 200 | 119,00 | 250 | PVC |
| 72.1 | 250 | 97,70 | 400 | PVC |
| 74.1 | 300 | 50,80 | 350 | PVC |
| 82.1 | 250 | 54,80 | 400 | PVC |
| 84.1 | 300 | 25,60 | 350 | PVC |
| 86.1 | 250 | 48,20 | 350 | PVC |
| 88.1 | 300 | 55,10 | 400 | PVC |
| 90.1 | 250 | 20,10 | 400 | PVC |
| 94.1 | 300 | 31,70 | 400 | PVC |
| 95.1 | 300 | 50,80 | 400 | PVC |
| 96.1 | 350 | 45,40 | 400 | PVC |
| 108.1 | 300 | 45,20 | 400 | PVC |
| 168.1 | 300 | 46,20 | 350 | PVC |
| 44.1 | 250 | 62,10 | 300 | PVC |
| 109.1 | 450 | 84,20 | 500 | PVC |
| 110.1 | 350 | 24,60 | 400 | PVC |
| 11.1 | 200 | 30,70 | 200 | PVC |
| 11.2 | 200 | 59,50 | 200 | PVC |
| 18.1 | 600x1000 | 134,70 | 300 | PVC |
| 105.1 | 500 | 13,00 | 500 | PVC |
| 98.1 | 250 | 60,50 | 250 | PVC |

8.2.- Resultados análisis hidráulico

8.2.1.- Inundación en pozos

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m ³ /s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m ³) |
|------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|---|
| 23 | 0,07 | 0,05 | 0:35 | 0,006 | 6,00 |
| 56 | 0,07 | 0,15 | 0:35 | 0,012 | 12,00 |
| 58 | 0,08 | 0,08 | 0:35 | 0,019 | 19,00 |
| 59 | 0,15 | 0,16 | 0:35 | 0,051 | 51,00 |
| 60 | 0,16 | 0,12 | 0:35 | 0,053 | 53,00 |
| 61 | 0,16 | 0,33 | 0:35 | 0,12 | 120,00 |
| 62 | 0,04 | 0,06 | 0:35 | 0,006 | 6,00 |
| 63 | 0,15 | 0,26 | 0:35 | 0,102 | 102,00 |
| 64 | 0,05 | 0,09 | 0:35 | 0,008 | 8,00 |

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m³/s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m³) |
|-------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|
| | | | | | |
| 70 | 0,06 | 0,18 | 0:34 | 0,024 | 24,00 |
| 88 | 0,03 | 0,05 | 0:35 | 0,003 | 3,00 |
| 93 | 0,02 | 0,01 | 0:35 | 0,001 | 1,00 |
| 96 | 0,15 | 0,29 | 0:35 | 0,087 | 87,00 |
| 109 | 0,11 | 0,46 | 0:37 | 0,127 | 127,00 |
| 119 | 0,14 | 0,41 | 0:36 | 0,138 | 138,00 |
| 154 | 0,11 | 0,34 | 0:35 | 0,074 | 74,00 |
| 166 | 0,01 | 0,18 | 0:33 | 0,001 | 1,00 |
| 169 | 0,01 | 0,86 | 0:35 | 0,002 | 2,00 |
| 174 | 0,01 | 0,12 | 0:38 | 0,001 | 1,00 |
| 179 | 0,13 | 0,34 | 0:35 | 0,119 | 119,00 |
| 180 | 0,09 | 0,10 | 0:32 | 0,016 | 16,00 |
| Total | | | | 0,988 | 988 |

8.2.2.- Tiempos de trabajo a presión en tuberías

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 0.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| 5.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,03 |
| 21.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 22.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,06 |
| 23.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,06 |
| 24.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,04 |
| 39.2 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 40.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,09 | 0,04 |
| 44.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,09 | 0,01 |
| 48.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,08 |
| 49.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,04 |
| 54.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,10 |
| 55.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,09 |
| 56.1 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,01 | 0,09 |
| 57.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |
| 58.1 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,01 | 0,23 |
| 59.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,01 | 0,12 |
| 60.1 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,01 | 0,01 |
| 61.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 62.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,07 |
| 63.1 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,01 |
| 64.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 65.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,02 |
| 65.2 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 68.1 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 69.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,06 |
| 70.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 71.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 75.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,16 | 0,01 |
| 82.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 82.2 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 83.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 84.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 86.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,28 | 0,01 |
| 88.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,07 |
| 89.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 90.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 90.2 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 91.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,06 | 0,06 |
| 92.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,10 | 0,05 |
| 93.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,06 | 0,10 |
| 94.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 95.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 96.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,03 | 0,16 |
| 97.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 99.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,11 | 0,06 |
| 100.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| 108.1 | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,17 | 0,19 |
| 109.1 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,01 | 0,01 |
| 110.1 | 0,13 | 0,13 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |
| 111.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| 113.1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 114.1 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,04 | 0,07 |
| 119.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,17 | 0,01 |
| 120.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 122.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,17 | 0,07 |
| 133.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,13 | 0,09 |
| 135.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,06 |
| 139.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| 142.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,01 |
| 145.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |
| 149.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 150.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,08 | 0,09 |

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 151.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| 153.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,13 | 0,01 |
| 154.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 155.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 164.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,06 |
| 166.1 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,01 | 0,01 |
| 169.1 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,01 | 0,07 |
| 170.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,44 | 0,01 |
| 172.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| 179.1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |
| 180.1 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,01 | 0,13 |

8.2.3.- Calificación hidráulica de tuberías de red matriz

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 0.1 | 0,039 | 0:35 | 1,30 | 0,92 | 4 |
| 1.1 | 0,010 | 0:35 | 0,38 | 0,40 | 2 |
| 3.1 | 0,134 | 0:35 | 2,34 | 0,67 | 3 |
| 3.2 | 0,084 | 0:35 | 2,43 | 0,39 | 2 |
| 5.1 | 0,043 | 0:34 | 1,38 | 1,00 | 4 |
| 6.1 | 0,039 | 0:35 | 1,96 | 0,60 | 2 |
| 9.1 | 0,204 | 0:35 | 3,28 | 0,49 | 2 |
| 10.1 | 0,137 | 0:35 | 5,65 | 0,50 | 2 |
| 11.1 | 0,002 | 0:33 | 0,21 | 0,43 | 2 |
| 11.2 | 0,030 | 0:35 | 2,16 | 0,46 | 2 |
| 12.1 | 0,069 | 0:35 | 2,83 | 0,73 | 3 |
| 13.1 | 0,111 | 0:35 | 4,01 | 0,83 | 3 |
| 14.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,00 | 1 |
| 14.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,22 | 1 |
| 14.3 | 0,053 | 0:35 | 2,92 | 0,30 | 1 |
| 15.1 | 0,112 | 0:35 | 4,71 | 0,71 | 3 |
| 16.1 | 0,143 | 0:35 | 4,20 | 0,78 | 3 |
| 17.1 | 0,199 | 0:35 | 5,07 | 0,75 | 3 |
| 18.1 | 0,419 | 0:35 | 6,20 | 0,91 | 4 |
| 20.1 | 0,152 | 0:35 | 5,25 | 0,57 | 2 |
| 21.1 | 0,138 | 0:35 | 2,80 | 1,00 | 4 |
| 22.1 | 0,133 | 0:35 | 2,70 | 1,00 | 4 |
| 23.1 | 0,066 | 0:33 | 1,35 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 24.1 | 0,073 | 0:35 | 1,49 | 1,00 | 4 |
| 25.1 | 0,038 | 0:35 | 1,01 | 0,71 | 3 |
| 26.1 | 0,030 | 0:35 | 1,48 | 0,44 | 2 |
| 38.1 | 0,115 | 0:35 | 1,87 | 0,82 | 3 |
| 39.1 | 0,576 | 0:35 | 4,82 | 0,93 | 4 |
| 39.2 | 0,105 | 0:31 | 2,48 | 1,00 | 4 |
| 40.1 | 0,181 | 0:35 | 3,69 | 1,00 | 4 |
| 41.1 | 0,495 | 0:35 | 5,23 | 0,97 | 4 |
| 43.1 | 0,260 | 0:35 | 6,42 | 0,56 | 2 |
| 44.1 | 0,180 | 0:35 | 2,90 | 0,82 | 3 |
| 45.1 | 0,553 | 0:35 | 2,76 | 0,64 | 3 |
| 46.1 | 0,054 | 0:35 | 1,88 | 0,86 | 3 |
| 46.2 | 0,039 | 0:35 | 1,63 | 0,71 | 3 |
| 47.1 | 0,143 | 0:35 | 3,53 | 0,77 | 3 |
| 48.1 | 0,164 | 0:35 | 3,34 | 1,00 | 4 |
| 49.1 | 0,467 | 0:37 | 3,72 | 1,00 | 4 |
| 50.1 | 0,373 | 0:35 | 3,39 | 0,84 | 3 |
| 51.1 | 0,375 | 0:35 | 4,31 | 0,54 | 2 |
| 52.1 | 0,262 | 0:35 | 3,51 | 0,42 | 2 |
| 53.1 | 0,575 | 0:36 | 1,77 | 0,84 | 3 |
| 54.1 | 0,516 | 0:36 | 4,11 | 1,00 | 4 |
| 56.1 | 0,527 | 0:34 | 2,68 | 1,00 | 4 |
| 57.1 | 0,627 | 0:35 | 3,20 | 1,00 | 4 |
| 58.1 | 0,592 | 0:32 | 3,72 | 1,00 | 5 |
| 59.1 | 0,572 | 0:41 | 3,59 | 1,00 | 5 |
| 60.1 | 0,535 | 0:31 | 3,60 | 1,00 | 5 |
| 61.1 | 0,348 | 0:31 | 2,91 | 1,00 | 5 |
| 62.1 | 0,540 | 0:36 | 4,30 | 1,00 | 4 |
| 63.1 | 0,333 | 0:36 | 2,94 | 1,00 | 5 |
| 64.1 | 0,519 | 0:36 | 4,17 | 1,00 | 4 |
| 65.1 | 0,494 | 0:35 | 3,93 | 1,00 | 4 |
| 65.2 | 0,170 | 0:35 | 3,46 | 1,00 | 4 |
| 66.1 | 0,300 | 0:35 | 3,90 | 0,82 | 3 |
| 67.1 | 0,103 | 0:35 | 2,24 | 0,68 | 3 |
| 68.1 | 0,426 | 0:36 | 4,43 | 1,00 | 4 |
| 69.1 | 0,421 | 0:37 | 4,38 | 1,00 | 4 |
| 70.1 | 0,602 | 0:36 | 5,02 | 0,92 | 4 |
| 71.1 | 0,221 | 0:34 | 2,79 | 1,00 | 4 |
| 72.1 | 0,487 | 0:37 | 4,80 | 0,92 | 4 |
| 72.2 | 0,282 | 0:36 | 2,33 | 0,92 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 73.1 | 0,079 | 0:35 | 1,73 | 0,88 | 3 |
| 74.1 | 0,149 | 0:35 | 3,75 | 0,43 | 2 |
| 74.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,38 | 2 |
| 75.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,32 | 2 |
| 81.1 | 0,383 | 0:36 | 2,70 | 0,85 | 3 |
| 82.1 | 0,485 | 0:36 | 3,90 | 1,00 | 4 |
| 82.2 | 0,248 | 0:36 | 1,97 | 1,00 | 4 |
| 83.1 | 0,206 | 0:35 | 2,24 | 1,00 | 4 |
| 84.1 | 0,170 | 0:34 | 2,47 | 1,00 | 4 |
| 86.1 | 0,087 | 0:36 | 1,94 | 0,68 | 3 |
| 88.1 | 0,576 | 0:34 | 4,59 | 1,00 | 4 |
| 89.1 | 0,081 | 0:34 | 1,14 | 1,00 | 4 |
| 90.1 | 0,416 | 0:36 | 3,68 | 1,00 | 4 |
| 90.2 | 0,240 | 0:35 | 2,06 | 1,00 | 4 |
| 91.1 | 0,333 | 0:35 | 2,67 | 1,00 | 4 |
| 92.1 | 0,369 | 0:35 | 2,93 | 1,00 | 4 |
| 93.1 | 0,313 | 0:36 | 2,49 | 1,00 | 4 |
| 94.1 | 0,450 | 0:35 | 3,58 | 1,00 | 4 |
| 95.1 | 0,527 | 0:35 | 4,20 | 1,00 | 4 |
| 96.1 | 0,360 | 0:33 | 2,86 | 1,00 | 5 |
| 97.1 | 0,083 | 0:35 | 1,77 | 0,91 | 4 |
| 98.1 | 0,047 | 0:35 | 1,40 | 0,66 | 3 |
| 99.1 | 0,026 | 0:35 | 0,82 | 1,00 | 4 |
| 100.1 | 0,058 | 0:35 | 1,85 | 1,00 | 4 |
| 101.1 | 0,012 | 0:35 | 0,35 | 0,67 | 3 |
| 102.1 | 0,085 | 0:35 | 1,52 | 0,74 | 3 |
| 103.1 | 0,023 | 0:35 | 1,02 | 0,13 | 1 |
| 105.1 | 0,181 | 0:35 | 2,07 | 0,46 | 2 |
| 106.1 | 0,252 | 0:35 | 3,81 | 0,37 | 2 |
| 107.1 | 0,295 | 0:35 | 2,16 | 0,66 | 3 |
| 108.1 | 0,418 | 0:34 | 3,33 | 1,00 | 5 |
| 109.1 | 0,330 | 0:35 | 1,68 | 1,00 | 5 |
| 110.1 | 0,225 | 0:34 | 2,60 | 1,00 | 4 |
| 111.1 | 0,156 | 0:34 | 2,57 | 1,00 | 4 |
| 113.1 | 0,145 | 0:35 | 1,16 | 1,00 | 4 |
| 114.1 | 0,395 | 0:35 | 1,66 | 1,00 | 4 |
| 115.1 | 0,013 | 0:35 | 0,80 | 0,11 | 1 |
| 116.1 | 0,042 | 0:35 | 0,84 | 0,66 | 3 |
| 117.1 | 0,122 | 0:35 | 2,37 | 0,53 | 2 |
| 120.1 | 0,519 | 0:36 | 1,84 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 121.1 | 0,462 | 0:37 | 1,91 | 0,97 | 4 |
| 122.1 | 0,068 | 0:35 | 2,18 | 1,00 | 4 |
| 123.1 | 0,289 | 0:36 | 2,67 | 0,65 | 3 |
| 124.1 | 0,274 | 0:36 | 1,88 | 0,61 | 3 |
| 125.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,44 | 2 |
| 125.2 | 0,103 | 0:35 | 1,23 | 0,71 | 3 |
| 127.1 | 0,236 | 0:35 | 1,43 | 0,69 | 3 |
| 131.1 | 0,075 | 0:36 | 1,64 | 0,94 | 4 |
| 133.1 | 0,165 | 0:35 | 2,33 | 1,00 | 4 |
| 135.1 | 0,206 | 0:35 | 2,14 | 1,00 | 4 |
| 137.1 | 0,040 | 0:35 | 1,58 | 0,39 | 2 |
| 140.1 | 0,016 | 0:35 | 0,57 | 0,44 | 2 |
| 141.1 | 0,040 | 0:35 | 0,71 | 0,77 | 3 |
| 142.1 | 0,070 | 0:35 | 1,11 | 0,84 | 3 |
| 143.1 | 0,092 | 0:35 | 1,70 | 0,57 | 2 |
| 144.1 | 0,124 | 0:35 | 1,18 | 0,89 | 3 |
| 145.1 | 0,132 | 0:35 | 0,92 | 1,00 | 4 |
| 146.1 | 0,136 | 0:35 | 3,05 | 0,71 | 3 |
| 149.1 | 0,069 | 0:35 | 1,58 | 0,83 | 3 |
| 150.1 | 0,031 | 0:35 | 0,98 | 1,00 | 4 |
| 151.1 | 0,153 | 0:34 | 1,54 | 1,00 | 4 |
| 154.1 | 0,373 | 0:34 | 1,97 | 1,00 | 5 |
| 155.1 | 0,326 | 0:35 | 3,14 | 1,00 | 4 |
| 156.1 | 0,224 | 0:34 | 2,65 | 0,96 | 4 |
| 157.1 | 0,072 | 0:35 | 1,21 | 0,81 | 3 |
| 158.1 | 0,002 | 0:35 | 0,09 | 0,37 | 2 |
| 158.2 | 0,004 | 0:35 | 0,23 | 0,53 | 2 |
| 159.1 | 0,075 | 0:35 | 2,07 | 0,69 | 3 |
| 160.1 | 0,196 | 0:34 | 3,05 | 0,89 | 3 |
| 161.1 | 0,068 | 0:36 | 1,50 | 0,66 | 3 |
| 162.1 | 0,016 | 0:35 | 0,51 | 0,47 | 2 |
| 163.1 | 0,272 | 0:35 | 3,26 | 0,81 | 3 |
| 164.1 | 0,297 | 0:35 | 2,36 | 1,00 | 4 |
| 167.1 | 0,162 | 0:35 | 1,82 | 0,30 | 1 |
| 168.1 | 0,149 | 0:35 | 2,02 | 0,72 | 3 |
| 170.1 | 0,034 | 0:35 | 0,80 | 0,80 | 3 |
| 171.1 | 0,119 | 0:35 | 0,92 | 0,54 | 2 |
| 172.1 | 0,268 | 0:36 | 1,37 | 1,00 | 4 |
| 172.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,20 | 1 |
| 173.1 | 0,037 | 0:35 | 0,89 | 0,79 | 3 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 175.1 | 0,106 | 0:35 | 2,59 | 0,78 | 3 |
| 176.1 | 0,193 | 0:35 | 15,11 | 0,28 | 1 |
| 177.1 | 0,261 | 0:35 | 5,80 | 0,32 | 2 |
| 178.1 | 0,008 | 0:35 | 0,89 | 0,19 | 1 |

Anexo 9: Análisis hidráulico Escenario 3

9.1.- Modificaciones realizadas a partir del Escenario 2

9.1.1.- Tuberías

| Tubería | Diámetro original (mm) | Longitud (m) | Diámetro modificado (mm) | Material de reemplazo |
|---------|------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| 96.1 | 400 | 45,40 | 450 | PVC |
| 108.1 | 400 | 45,20 | 450 | PVC |
| 109.1 | 500 | 84,20 | 550 | PVC |
| 154.1 | 550 | 59,80 | 600 | PVC |

9.2.- Resultados análisis hidráulico

9.2.1.- Pozos inundados

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m³/s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m³) |
|-------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|
| 23 | 0,06 | 0,05 | 0:35 | 0,006 | 6,00 |
| 56 | 0,07 | 0,15 | 0:35 | 0,012 | 12,00 |
| 58 | 0,08 | 0,08 | 0:35 | 0,019 | 19,00 |
| 59 | 0,15 | 0,16 | 0:35 | 0,051 | 51,00 |
| 60 | 0,16 | 0,12 | 0:35 | 0,053 | 53,00 |
| 61 | 0,16 | 0,33 | 0:35 | 0,12 | 120,00 |
| 62 | 0,04 | 0,06 | 0:35 | 0,006 | 6,00 |
| 63 | 0,15 | 0,26 | 0:35 | 0,102 | 102,00 |
| 64 | 0,05 | 0,09 | 0:35 | 0,008 | 8,00 |
| 68 | 0,02 | 0,09 | 0:35 | 0,001 | 1,00 |
| 69 | 0,06 | 0,15 | 0:35 | 0,017 | 17,00 |
| 70 | 0,06 | 0,18 | 0:34 | 0,024 | 24,00 |
| 88 | 0,03 | 0,05 | 0:35 | 0,003 | 3,00 |
| 93 | 0,02 | 0,01 | 0:35 | 0,001 | 1,00 |
| 96 | 0,11 | 0,20 | 0:35 | 0,037 | 37,00 |
| 109 | 0,11 | 0,47 | 0:37 | 0,132 | 132,00 |
| 119 | 0,14 | 0,41 | 0:36 | 0,138 | 138,00 |
| 153 | 0,01 | 0,58 | 0:34 | 0,001 | 1,00 |
| 154 | 0,12 | 0,42 | 0:36 | 0,099 | 99,00 |
| 166 | 0,01 | 0,19 | 0:33 | 0,001 | 1,00 |
| 169 | 0,01 | 0,91 | 0:35 | 0,002 | 2,00 |
| 174 | 0,01 | 0,10 | 0:38 | 0,001 | 1,00 |
| 179 | 0,13 | 0,34 | 0:35 | 0,119 | 119,00 |
| 180 | 0,09 | 0,10 | 0:32 | 0,016 | 16,00 |
| Total | | | | 0,969 | 969 |

9.2.2.-Tiempos de trabajo a presión en tuberías

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 0.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| 5.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,03 |
| 21.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 22.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,06 |
| 23.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,06 |
| 24.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,04 |
| 39.2 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 40.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,09 | 0,04 |
| 44.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,09 | 0,01 |
| 48.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,08 |
| 49.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,04 |
| 54.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,10 |
| 55.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,09 |
| 56.1 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,01 | 0,09 |
| 57.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |
| 58.1 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,01 | 0,23 |
| 59.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,01 | 0,12 |
| 60.1 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,01 | 0,01 |
| 61.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 62.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,07 |
| 63.1 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,01 |
| 64.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 65.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,02 |
| 65.2 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 68.1 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 69.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,06 |
| 70.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 71.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 75.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,16 | 0,01 |
| 82.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 82.2 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 83.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 84.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 86.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,28 | 0,01 |
| 88.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,07 |
| 89.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 90.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 90.2 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 91.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,06 |
| 92.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,10 | 0,04 |

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 93.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,06 | 0,10 |
| 94.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,12 | 0,11 |
| 95.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,01 |
| 96.1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,01 | 0,13 |
| 97.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 99.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,11 | 0,06 |
| 100.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| 108.1 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,14 | 0,14 |
| 109.1 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,01 | 0,01 |
| 110.1 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,01 | 0,01 |
| 111.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| 113.1 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 114.1 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,04 | 0,07 |
| 119.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,17 | 0,01 |
| 120.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 122.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,17 | 0,07 |
| 133.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,13 | 0,09 |
| 135.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,06 |
| 139.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| 142.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,01 |
| 145.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,01 |
| 149.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 150.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,08 | 0,09 |
| 151.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| 153.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,13 | 0,01 |
| 154.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 155.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 164.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,06 |
| 166.1 | 0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,01 | 0,01 |
| 169.1 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,04 |
| 170.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,44 | 0,01 |
| 172.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,01 | 0,01 |
| 179.1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,01 | 0,01 |
| 180.1 | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,01 | 0,13 |

9.2.3.- Calificación hidráulica de tuberías de red matriz

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 0.1 | 0,039 | 0:35 | 1,30 | 0,92 | 4 |
| 1.1 | 0,010 | 0:35 | 0,38 | 0,40 | 2 |
| 3.1 | 0,134 | 0:35 | 2,34 | 0,67 | 3 |
| 3.2 | 0,084 | 0:35 | 2,43 | 0,39 | 2 |
| 5.1 | 0,043 | 0:34 | 1,38 | 1,00 | 4 |
| 6.1 | 0,039 | 0:35 | 1,96 | 0,60 | 2 |
| 9.1 | 0,204 | 0:35 | 3,28 | 0,49 | 2 |
| 10.1 | 0,137 | 0:35 | 5,65 | 0,50 | 2 |
| 11.1 | 0,002 | 0:33 | 0,21 | 0,43 | 2 |
| 11.2 | 0,030 | 0:35 | 2,16 | 0,46 | 2 |
| 12.1 | 0,069 | 0:35 | 2,83 | 0,73 | 3 |
| 13.1 | 0,111 | 0:35 | 4,01 | 0,83 | 3 |
| 14.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,00 | 1 |
| 14.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,22 | 1 |
| 14.3 | 0,053 | 0:35 | 2,92 | 0,30 | 1 |
| 15.1 | 0,112 | 0:35 | 4,71 | 0,71 | 3 |
| 16.1 | 0,143 | 0:35 | 4,20 | 0,78 | 3 |
| 17.1 | 0,199 | 0:35 | 5,07 | 0,75 | 3 |
| 18.1 | 0,419 | 0:35 | 6,20 | 0,91 | 4 |
| 20.1 | 0,152 | 0:35 | 5,25 | 0,57 | 2 |
| 21.1 | 0,138 | 0:35 | 2,80 | 1,00 | 4 |
| 22.1 | 0,133 | 0:35 | 2,70 | 1,00 | 4 |
| 23.1 | 0,067 | 0:33 | 1,36 | 1,00 | 4 |
| 24.1 | 0,073 | 0:35 | 1,49 | 1,00 | 4 |
| 25.1 | 0,038 | 0:35 | 1,01 | 0,71 | 3 |
| 26.1 | 0,030 | 0:35 | 1,48 | 0,44 | 2 |
| 38.1 | 0,115 | 0:35 | 1,87 | 0,82 | 3 |
| 39.1 | 0,576 | 0:35 | 4,82 | 0,93 | 4 |
| 39.2 | 0,105 | 0:31 | 2,48 | 1,00 | 4 |
| 40.1 | 0,181 | 0:35 | 3,68 | 1,00 | 4 |
| 41.1 | 0,495 | 0:35 | 5,23 | 0,97 | 4 |
| 43.1 | 0,260 | 0:35 | 6,42 | 0,56 | 2 |
| 44.1 | 0,180 | 0:35 | 2,90 | 0,82 | 3 |
| 45.1 | 0,553 | 0:35 | 2,76 | 0,64 | 3 |
| 46.1 | 0,054 | 0:35 | 1,88 | 0,86 | 3 |
| 46.2 | 0,039 | 0:35 | 1,63 | 0,71 | 3 |
| 47.1 | 0,143 | 0:35 | 3,53 | 0,77 | 3 |
| 48.1 | 0,164 | 0:35 | 3,34 | 1,00 | 4 |
| 49.1 | 0,467 | 0:37 | 3,72 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 50.1 | 0,373 | 0:35 | 3,39 | 0,84 | 3 |
| 51.1 | 0,375 | 0:35 | 4,31 | 0,54 | 2 |
| 52.1 | 0,262 | 0:35 | 3,51 | 0,42 | 2 |
| 53.1 | 0,575 | 0:36 | 1,77 | 0,84 | 3 |
| 54.1 | 0,516 | 0:36 | 4,11 | 1,00 | 4 |
| 56.1 | 0,527 | 0:34 | 2,68 | 1,00 | 4 |
| 57.1 | 0,628 | 0:35 | 3,20 | 1,00 | 4 |
| 58.1 | 0,592 | 0:32 | 3,72 | 1,00 | 5 |
| 59.1 | 0,572 | 0:41 | 3,59 | 1,00 | 5 |
| 60.1 | 0,535 | 0:31 | 3,60 | 1,00 | 5 |
| 61.1 | 0,348 | 0:31 | 2,91 | 1,00 | 5 |
| 62.1 | 0,540 | 0:36 | 4,30 | 1,00 | 4 |
| 63.1 | 0,333 | 0:36 | 2,94 | 1,00 | 5 |
| 64.1 | 0,519 | 0:36 | 4,17 | 1,00 | 4 |
| 65.1 | 0,494 | 0:35 | 3,93 | 1,00 | 4 |
| 65.2 | 0,170 | 0:35 | 3,46 | 1,00 | 4 |
| 66.1 | 0,300 | 0:35 | 3,90 | 0,82 | 3 |
| 67.1 | 0,103 | 0:35 | 2,24 | 0,68 | 3 |
| 68.1 | 0,426 | 0:36 | 4,43 | 1,00 | 4 |
| 69.1 | 0,421 | 0:37 | 4,38 | 1,00 | 4 |
| 70.1 | 0,602 | 0:36 | 5,02 | 0,92 | 4 |
| 71.1 | 0,221 | 0:34 | 2,79 | 1,00 | 4 |
| 72.1 | 0,487 | 0:37 | 4,80 | 0,92 | 4 |
| 72.2 | 0,282 | 0:36 | 2,33 | 0,92 | 4 |
| 73.1 | 0,079 | 0:35 | 1,73 | 0,88 | 3 |
| 74.1 | 0,149 | 0:35 | 3,75 | 0,43 | 2 |
| 74.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,38 | 2 |
| 75.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,32 | 2 |
| 81.1 | 0,383 | 0:36 | 2,70 | 0,85 | 3 |
| 82.1 | 0,485 | 0:36 | 3,90 | 1,00 | 4 |
| 82.2 | 0,248 | 0:36 | 1,97 | 1,00 | 4 |
| 83.1 | 0,206 | 0:35 | 2,24 | 1,00 | 4 |
| 84.1 | 0,169 | 0:34 | 2,47 | 1,00 | 4 |
| 86.1 | 0,087 | 0:36 | 1,93 | 0,68 | 3 |
| 88.1 | 0,576 | 0:34 | 4,63 | 1,00 | 4 |
| 89.1 | 0,083 | 0:34 | 1,18 | 1,00 | 4 |
| 90.1 | 0,415 | 0:36 | 3,81 | 1,00 | 4 |
| 90.2 | 0,242 | 0:34 | 2,07 | 1,00 | 4 |
| 91.1 | 0,333 | 0:35 | 2,67 | 1,00 | 4 |
| 92.1 | 0,369 | 0:35 | 2,93 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 93.1 | 0,313 | 0:36 | 2,49 | 1,00 | 4 |
| 94.1 | 0,450 | 0:35 | 3,58 | 1,00 | 4 |
| 95.1 | 0,527 | 0:35 | 4,19 | 1,00 | 4 |
| 96.1 | 0,478 | 0:34 | 3,00 | 1,00 | 4 |
| 97.1 | 0,083 | 0:35 | 1,77 | 0,91 | 4 |
| 98.1 | 0,047 | 0:35 | 1,40 | 0,66 | 3 |
| 99.1 | 0,026 | 0:35 | 0,82 | 1,00 | 4 |
| 100.1 | 0,058 | 0:35 | 1,85 | 1,00 | 4 |
| 101.1 | 0,012 | 0:35 | 0,35 | 0,67 | 3 |
| 102.1 | 0,085 | 0:35 | 1,52 | 0,74 | 3 |
| 103.1 | 0,023 | 0:35 | 1,02 | 0,13 | 1 |
| 105.1 | 0,181 | 0:35 | 2,07 | 0,46 | 2 |
| 106.1 | 0,252 | 0:35 | 3,81 | 0,37 | 2 |
| 107.1 | 0,295 | 0:35 | 2,16 | 0,66 | 3 |
| 108.1 | 0,544 | 0:34 | 3,42 | 1,00 | 5 |
| 109.1 | 0,331 | 0:35 | 1,40 | 1,00 | 4 |
| 110.1 | 0,228 | 0:34 | 2,80 | 1,00 | 4 |
| 111.1 | 0,157 | 0:34 | 2,57 | 1,00 | 4 |
| 113.1 | 0,145 | 0:35 | 1,16 | 1,00 | 4 |
| 114.1 | 0,395 | 0:35 | 1,66 | 1,00 | 4 |
| 115.1 | 0,013 | 0:35 | 0,80 | 0,11 | 1 |
| 116.1 | 0,042 | 0:35 | 0,84 | 0,66 | 3 |
| 117.1 | 0,122 | 0:35 | 2,37 | 0,53 | 2 |
| 120.1 | 0,519 | 0:36 | 1,84 | 1,00 | 4 |
| 121.1 | 0,462 | 0:37 | 1,91 | 0,96 | 4 |
| 122.1 | 0,068 | 0:35 | 2,18 | 1,00 | 4 |
| 123.1 | 0,289 | 0:36 | 2,67 | 0,65 | 3 |
| 124.1 | 0,274 | 0:36 | 1,88 | 0,61 | 3 |
| 125.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,44 | 2 |
| 125.2 | 0,103 | 0:35 | 1,23 | 0,71 | 3 |
| 127.1 | 0,236 | 0:35 | 1,43 | 0,69 | 3 |
| 131.1 | 0,075 | 0:36 | 1,64 | 0,94 | 4 |
| 133.1 | 0,165 | 0:35 | 2,33 | 1,00 | 4 |
| 135.1 | 0,206 | 0:35 | 2,14 | 1,00 | 4 |
| 137.1 | 0,040 | 0:35 | 1,58 | 0,39 | 2 |
| 140.1 | 0,016 | 0:35 | 0,57 | 0,44 | 2 |
| 141.1 | 0,040 | 0:36 | 0,71 | 0,77 | 3 |
| 142.1 | 0,070 | 0:35 | 1,11 | 0,84 | 3 |
| 143.1 | 0,092 | 0:35 | 1,70 | 0,56 | 2 |
| 144.1 | 0,124 | 0:35 | 1,18 | 0,88 | 3 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 145.1 | 0,132 | 0:35 | 0,92 | 1,00 | 4 |
| 146.1 | 0,136 | 0:35 | 3,05 | 0,71 | 3 |
| 149.1 | 0,069 | 0:35 | 1,58 | 0,83 | 3 |
| 150.1 | 0,031 | 0:35 | 0,98 | 1,00 | 4 |
| 151.1 | 0,150 | 0:35 | 1,54 | 1,00 | 4 |
| 154.1 | 0,365 | 0:45 | 1,96 | 1,00 | 5 |
| 155.1 | 0,327 | 0:35 | 3,28 | 1,00 | 4 |
| 156.1 | 0,224 | 0:34 | 2,65 | 0,96 | 4 |
| 157.1 | 0,072 | 0:35 | 1,21 | 0,81 | 3 |
| 158.1 | 0,002 | 0:35 | 0,09 | 0,37 | 2 |
| 158.2 | 0,004 | 0:35 | 0,23 | 0,53 | 2 |
| 159.1 | 0,075 | 0:35 | 2,07 | 0,69 | 3 |
| 160.1 | 0,196 | 0:34 | 3,05 | 0,89 | 3 |
| 161.1 | 0,068 | 0:36 | 1,50 | 0,66 | 3 |
| 162.1 | 0,016 | 0:35 | 0,51 | 0,47 | 2 |
| 163.1 | 0,272 | 0:35 | 3,26 | 0,81 | 3 |
| 164.1 | 0,297 | 0:35 | 2,36 | 1,00 | 4 |
| 167.1 | 0,162 | 0:35 | 1,82 | 0,30 | 1 |
| 168.1 | 0,149 | 0:35 | 2,02 | 0,72 | 3 |
| 170.1 | 0,034 | 0:35 | 0,80 | 0,80 | 3 |
| 171.1 | 0,119 | 0:35 | 0,92 | 0,54 | 2 |
| 172.1 | 0,269 | 0:36 | 1,37 | 1,00 | 4 |
| 172.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,20 | 1 |
| 173.1 | 0,037 | 0:35 | 0,88 | 0,79 | 3 |
| 175.1 | 0,106 | 0:35 | 2,59 | 0,78 | 3 |
| 176.1 | 0,193 | 0:35 | 15,11 | 0,28 | 1 |
| 177.1 | 0,261 | 0:35 | 5,80 | 0,32 | 2 |
| 178.1 | 0,008 | 0:35 | 0,89 | 0,19 | 1 |

Anexo 10: Análisis hidráulico Escenario 4

10.1.- Modificaciones realizadas a partir del Escenario 3

10.1.1.- Tuberías

| Tubería | Diámetro original (mm) | Longitud (m) | Diámetro modificado (mm) | Material de reemplazo |
|---------|------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| 109.1 | 550 | 84,20 | 500 | PVC |
| 154.1 | 600 | 59,80 | 550 | PVC |

10.1.2.- Colectores

| Tubería | Altura original (mm) | Longitud (m) | Altura modificada (mm) | Material de reemplazo |
|---------|----------------------|--------------|------------------------|-----------------------|
| 55.1 | 900 | 65,20 | 1200 | H. Armado |
| 118.1 | 1200 | 21,40 | 1500 | H. Armado |
| 119.1 | 1200 | 82,90 | 1500 | H. Armado |
| 138.1 | 1200 | 98,10 | 1500 | H. Armado |
| 139.1 | 1200 | 105,50 | 1500 | H. Armado |
| 153.1 | 1200 | 74,20 | 1500 | H. Armado |
| 166.1 | 900 | 65,50 | 1200 | H. Armado |
| 169.1 | 1200 | 98,40 | 1500 | H. Armado |
| 179.1 | 900 | 26,70 | 1200 | H. Armado |
| 180.1 | 900 | 38,70 | 1200 | H. Armado |

10.2.- Resultados análisis hidráulico

10.2.1.- Inundación en pozos

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m ³ /s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m ³) |
|------|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|---|
| 23 | 0,06 | 0,05 | 0:35 | 0,006 | 6,00 |
| 59 | 0,14 | 0,11 | 0:31 | 0,023 | 23,00 |
| 60 | 0,16 | 0,12 | 0:35 | 0,053 | 53,00 |
| 61 | 0,16 | 0,33 | 0:35 | 0,12 | 120,00 |
| 62 | 0,04 | 0,06 | 0:35 | 0,006 | 6,00 |
| 63 | 0,15 | 0,26 | 0:35 | 0,102 | 102,00 |
| 64 | 0,05 | 0,09 | 0:35 | 0,008 | 8,00 |
| 68 | 0,02 | 0,09 | 0:35 | 0,001 | 1,00 |
| 69 | 0,06 | 0,15 | 0:35 | 0,017 | 17,00 |
| 70 | 0,06 | 0,18 | 0:34 | 0,024 | 24,00 |
| 88 | 0,02 | 0,04 | 0:33 | 0,002 | 2,00 |
| 93 | 0,02 | 0,01 | 0:35 | 0,001 | 1,00 |

| Pozo | Tiempo de inundación (h) | Máximo caudal (m³/s) | Tiempo de máxima ocurrencia hr:min | Volumen total de inundación (10 ⁶ lts) | Volumen total de inundación (m³) |
|-------|--------------------------|----------------------|------------------------------------|---|----------------------------------|
| 96 | 0,07 | 0,10 | 0:33 | 0,01 | 10,00 |
| 119 | 0,03 | 0,18 | 0:34 | 0,007 | 7,00 |
| Total | | | | 0,38 | 380 |

10.2.2.- Tiempos de trabajo a presión en tuberías

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 0.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 0,01 |
| 5.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,02 | 0,02 |
| 21.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| 22.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,06 |
| 23.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,06 |
| 24.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,04 |
| 39.2 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 40.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,09 | 0,04 |
| 44.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,09 | 0,01 |
| 48.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,08 |
| 49.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,04 |
| 54.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,10 |
| 56.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,08 |
| 58.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,01 | 0,21 |
| 59.1 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | 0,01 | 0,20 |
| 60.1 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,01 | 0,02 |
| 61.1 | 0,18 | 0,18 | 0,18 | 0,01 | 0,01 |
| 62.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,07 |
| 63.1 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,01 | 0,01 |
| 64.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| 65.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,02 |
| 65.2 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 68.1 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| 69.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,06 |
| 70.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 71.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 75.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,16 | 0,01 |
| 82.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 82.2 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 83.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 84.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,01 | 0,01 |
| 86.2 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,28 | 0,01 |

| Tubería | Tiempo de conducto lleno (h) | | | Tiempo sobre el flujo normal (h) | Tiempo con capacidad limitada (h) |
|---------|------------------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Ambos extremos | Aguas arriba | Aguas abajo | | |
| 88.1 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,01 | 0,05 |
| 89.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 90.1 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 90.2 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 91.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,01 |
| 92.1 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,10 | 0,04 |
| 93.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,06 | 0,10 |
| 94.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,12 | 0,10 |
| 95.1 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,01 | 0,01 |
| 96.1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,09 | 0,13 |
| 97.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 99.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,11 | 0,06 |
| 100.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | 0,01 |
| 108.1 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,13 | 0,12 |
| 109.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 114.1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,03 | 0,07 |
| 119.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,06 | 0,01 |
| 120.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 122.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,17 | 0,06 |
| 133.1 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,13 | 0,09 |
| 135.1 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,03 | 0,06 |
| 142.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,01 |
| 145.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 149.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 150.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,08 | 0,08 |
| 151.1 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,01 | 0,01 |
| 154.1 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,01 | 0,01 |
| 164.1 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,01 | 0,06 |
| 170.1 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,44 | 0,01 |
| 172.1 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,01 | 0,01 |

10.2.3.- Calificación hidráulica de tuberías de red matriz

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 0.1 | 0,039 | 0:35 | 1,30 | 0,92 | 4 |
| 1.1 | 0,010 | 0:35 | 0,38 | 0,40 | 2 |
| 3.1 | 0,134 | 0:35 | 2,33 | 0,67 | 3 |
| 3.2 | 0,084 | 0:35 | 2,43 | 0,39 | 2 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 5.1 | 0,043 | 0:34 | 1,38 | 1,00 | 4 |
| 6.1 | 0,039 | 0:35 | 1,96 | 0,60 | 2 |
| 9.1 | 0,204 | 0:35 | 3,28 | 0,49 | 2 |
| 10.1 | 0,137 | 0:35 | 5,65 | 0,50 | 2 |
| 11.1 | 0,002 | 0:33 | 0,21 | 0,43 | 2 |
| 11.2 | 0,030 | 0:35 | 2,16 | 0,46 | 2 |
| 12.1 | 0,069 | 0:35 | 2,83 | 0,73 | 3 |
| 13.1 | 0,111 | 0:35 | 4,01 | 0,83 | 3 |
| 14.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,00 | 1 |
| 14.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,22 | 1 |
| 14.3 | 0,053 | 0:35 | 2,92 | 0,30 | 1 |
| 15.1 | 0,112 | 0:35 | 4,71 | 0,71 | 3 |
| 16.1 | 0,143 | 0:35 | 4,20 | 0,78 | 3 |
| 17.1 | 0,199 | 0:35 | 5,07 | 0,75 | 3 |
| 18.1 | 0,419 | 0:35 | 6,20 | 0,91 | 4 |
| 20.1 | 0,152 | 0:35 | 5,25 | 0,57 | 2 |
| 21.1 | 0,138 | 0:35 | 2,80 | 1,00 | 4 |
| 22.1 | 0,133 | 0:35 | 2,70 | 1,00 | 4 |
| 23.1 | 0,067 | 0:33 | 1,36 | 1,00 | 4 |
| 24.1 | 0,073 | 0:35 | 1,49 | 1,00 | 4 |
| 25.1 | 0,038 | 0:35 | 1,01 | 0,71 | 3 |
| 26.1 | 0,030 | 0:35 | 1,48 | 0,44 | 2 |
| 38.1 | 0,115 | 0:35 | 1,87 | 0,82 | 3 |
| 39.1 | 0,576 | 0:35 | 4,82 | 0,93 | 4 |
| 39.2 | 0,105 | 0:31 | 2,48 | 1,00 | 4 |
| 40.1 | 0,181 | 0:35 | 3,68 | 1,00 | 4 |
| 41.1 | 0,495 | 0:35 | 5,23 | 0,97 | 4 |
| 43.1 | 0,260 | 0:35 | 6,42 | 0,56 | 2 |
| 44.1 | 0,180 | 0:35 | 2,89 | 0,82 | 3 |
| 45.1 | 0,553 | 0:35 | 2,82 | 0,43 | 2 |
| 46.1 | 0,054 | 0:35 | 1,88 | 0,86 | 3 |
| 46.2 | 0,039 | 0:35 | 1,63 | 0,71 | 3 |
| 47.1 | 0,143 | 0:35 | 3,53 | 0,77 | 3 |
| 48.1 | 0,164 | 0:35 | 3,34 | 1,00 | 4 |
| 49.1 | 0,469 | 0:37 | 3,73 | 1,00 | 4 |
| 50.1 | 0,374 | 0:35 | 3,39 | 0,84 | 3 |
| 51.1 | 0,375 | 0:35 | 4,31 | 0,54 | 2 |
| 52.1 | 0,262 | 0:35 | 3,51 | 0,42 | 2 |
| 53.1 | 0,581 | 0:36 | 1,97 | 0,75 | 3 |
| 54.1 | 0,518 | 0:36 | 4,12 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 56.1 | 0,652 | 0:35 | 3,32 | 1,00 | 4 |
| 57.1 | 0,618 | 0:35 | 3,29 | 0,91 | 4 |
| 58.1 | 0,601 | 0:32 | 3,78 | 1,00 | 5 |
| 59.1 | 0,577 | 0:31 | 3,63 | 1,00 | 5 |
| 60.1 | 0,540 | 0:31 | 3,60 | 1,00 | 5 |
| 61.1 | 0,348 | 0:31 | 2,90 | 1,00 | 5 |
| 62.1 | 0,540 | 0:36 | 4,30 | 1,00 | 4 |
| 63.1 | 0,333 | 0:36 | 2,95 | 1,00 | 5 |
| 64.1 | 0,519 | 0:36 | 4,18 | 1,00 | 4 |
| 65.1 | 0,494 | 0:35 | 3,93 | 1,00 | 4 |
| 65.2 | 0,170 | 0:35 | 3,46 | 1,00 | 4 |
| 66.1 | 0,300 | 0:35 | 3,91 | 0,82 | 3 |
| 67.1 | 0,103 | 0:35 | 2,24 | 0,68 | 3 |
| 68.1 | 0,426 | 0:36 | 4,43 | 1,00 | 4 |
| 69.1 | 0,421 | 0:37 | 4,38 | 1,00 | 4 |
| 70.1 | 0,603 | 0:36 | 5,02 | 0,92 | 4 |
| 71.1 | 0,222 | 0:34 | 2,77 | 1,00 | 4 |
| 72.1 | 0,490 | 0:37 | 4,80 | 0,92 | 4 |
| 72.2 | 0,282 | 0:36 | 2,33 | 0,92 | 4 |
| 73.1 | 0,079 | 0:35 | 1,73 | 0,88 | 3 |
| 74.1 | 0,149 | 0:35 | 3,75 | 0,43 | 2 |
| 74.2 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,38 | 2 |
| 75.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,32 | 2 |
| 81.1 | 0,383 | 0:36 | 2,70 | 0,85 | 3 |
| 82.1 | 0,485 | 0:36 | 3,86 | 1,00 | 4 |
| 82.2 | 0,248 | 0:36 | 1,97 | 1,00 | 4 |
| 83.1 | 0,206 | 0:35 | 2,23 | 1,00 | 4 |
| 84.1 | 0,169 | 0:34 | 2,47 | 1,00 | 4 |
| 86.1 | 0,087 | 0:36 | 1,93 | 0,68 | 3 |
| 88.1 | 0,576 | 0:34 | 4,63 | 1,00 | 4 |
| 89.1 | 0,083 | 0:34 | 1,18 | 1,00 | 4 |
| 90.1 | 0,408 | 0:35 | 3,86 | 1,00 | 4 |
| 90.2 | 0,242 | 0:34 | 2,07 | 1,00 | 4 |
| 91.1 | 0,334 | 0:35 | 2,67 | 0,98 | 4 |
| 92.1 | 0,369 | 0:35 | 2,93 | 1,00 | 4 |
| 93.1 | 0,313 | 0:36 | 2,49 | 1,00 | 4 |
| 94.1 | 0,447 | 0:35 | 3,56 | 1,00 | 4 |
| 95.1 | 0,521 | 0:35 | 4,15 | 1,00 | 4 |
| 96.1 | 0,486 | 0:37 | 3,05 | 1,00 | 4 |
| 97.1 | 0,083 | 0:35 | 1,77 | 0,91 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 98.1 | 0,047 | 0:35 | 1,40 | 0,66 | 3 |
| 99.1 | 0,026 | 0:35 | 0,82 | 1,00 | 4 |
| 100.1 | 0,058 | 0:35 | 1,85 | 1,00 | 4 |
| 101.1 | 0,012 | 0:35 | 0,35 | 0,67 | 3 |
| 102.1 | 0,085 | 0:35 | 1,52 | 0,74 | 3 |
| 103.1 | 0,023 | 0:35 | 1,02 | 0,13 | 1 |
| 105.1 | 0,181 | 0:35 | 2,07 | 0,46 | 2 |
| 106.1 | 0,252 | 0:35 | 3,81 | 0,37 | 2 |
| 107.1 | 0,295 | 0:35 | 2,16 | 0,66 | 3 |
| 108.1 | 0,546 | 0:35 | 3,43 | 1,00 | 4 |
| 109.1 | 0,339 | 0:35 | 1,73 | 1,00 | 4 |
| 110.1 | 0,234 | 0:35 | 2,63 | 0,79 | 3 |
| 111.1 | 0,156 | 0:36 | 2,60 | 0,89 | 3 |
| 113.1 | 0,145 | 0:35 | 1,16 | 0,74 | 3 |
| 114.1 | 0,382 | 0:36 | 1,61 | 1,00 | 4 |
| 115.1 | 0,013 | 0:35 | 0,80 | 0,11 | 1 |
| 116.1 | 0,042 | 0:35 | 0,84 | 0,66 | 3 |
| 117.1 | 0,122 | 0:35 | 2,37 | 0,53 | 2 |
| 120.1 | 0,513 | 0:38 | 1,81 | 1,00 | 4 |
| 121.1 | 0,467 | 0:38 | 2,10 | 0,94 | 4 |
| 122.1 | 0,068 | 0:35 | 2,18 | 1,00 | 4 |
| 123.1 | 0,298 | 0:35 | 2,79 | 0,60 | 2 |
| 124.1 | 0,274 | 0:36 | 1,87 | 0,61 | 3 |
| 125.1 | 0,000 | 0:00 | 0,00 | 0,44 | 2 |
| 125.2 | 0,103 | 0:35 | 1,15 | 0,71 | 3 |
| 127.1 | 0,236 | 0:35 | 1,43 | 0,69 | 3 |
| 131.1 | 0,074 | 0:36 | 1,66 | 0,94 | 4 |
| 133.1 | 0,165 | 0:35 | 2,33 | 1,00 | 4 |
| 135.1 | 0,206 | 0:35 | 2,14 | 1,00 | 4 |
| 137.1 | 0,040 | 0:35 | 1,58 | 0,39 | 2 |
| 140.1 | 0,016 | 0:35 | 0,57 | 0,44 | 2 |
| 141.1 | 0,040 | 0:35 | 0,71 | 0,77 | 3 |
| 142.1 | 0,070 | 0:35 | 1,11 | 0,84 | 3 |
| 143.1 | 0,092 | 0:35 | 1,70 | 0,55 | 2 |
| 144.1 | 0,124 | 0:35 | 1,18 | 0,65 | 3 |
| 145.1 | 0,124 | 0:35 | 0,92 | 1,00 | 4 |
| 146.1 | 0,136 | 0:35 | 3,05 | 0,61 | 3 |
| 149.1 | 0,069 | 0:35 | 1,58 | 0,83 | 3 |
| 150.1 | 0,031 | 0:35 | 0,98 | 1,00 | 4 |
| 151.1 | 0,150 | 0:34 | 1,54 | 1,00 | 4 |

| Tubería | Caudal máximo | Tiempo de máxima ocurrencia | Máxima velocidad | Máxima capacidad | Calificación hidráulica |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| | m3/s | hr:min | m/s | | |
| 154.1 | 0,416 | 0:35 | 2,08 | 1,00 | 4 |
| 155.1 | 0,333 | 0:35 | 3,27 | 0,81 | 3 |
| 156.1 | 0,218 | 0:36 | 2,67 | 0,81 | 3 |
| 157.1 | 0,072 | 0:35 | 1,18 | 0,81 | 3 |
| 158.1 | 0,002 | 0:35 | 0,09 | 0,37 | 2 |
| 158.2 | 0,004 | 0:35 | 0,23 | 0,53 | 2 |
| 159.1 | 0,075 | 0:35 | 2,07 | 0,69 | 3 |
| 160.1 | 0,196 | 0:34 | 3,05 | 0,89 | 3 |
| 161.1 | 0,068 | 0:36 | 1,50 | 0,66 | 3 |
| 162.1 | 0,016 | 0:35 | 0,51 | 0,47 | 2 |
| 163.1 | 0,271 | 0:35 | 3,22 | 0,82 | 3 |
| 164.1 | 0,296 | 0:35 | 2,36 | 1,00 | 4 |
| 167.1 | 0,162 | 0:35 | 1,82 | 0,30 | 1 |
| 168.1 | 0,149 | 0:35 | 2,02 | 0,72 | 3 |
| 170.1 | 0,034 | 0:35 | 0,80 | 0,80 | 3 |
| 171.1 | 0,119 | 0:35 | 0,92 | 0,54 | 2 |
| 172.1 | 0,260 | 0:36 | 1,32 | 1,00 | 4 |
| 172.2 | 0,001 | 0:36 | 0,18 | 0,23 | 1 |
| 173.1 | 0,028 | 0:35 | 0,72 | 0,75 | 3 |
| 175.1 | 0,106 | 0:35 | 2,59 | 0,78 | 3 |
| 176.1 | 0,193 | 0:35 | 15,11 | 0,28 | 1 |
| 177.1 | 0,261 | 0:35 | 5,80 | 0,32 | 2 |
| 178.1 | 0,008 | 0:35 | 0,89 | 0,19 | 1 |

Anexo 11: Codificación de defectos PACP y Clasificación de Tubería

La clasificación de tubos está basada en el número de ocurrencias de cada condición encontrada en el tubo. Las clasificaciones son calculadas de manera separada para Defectos Estructurales y Defectos de OM (Operación y Mantenimiento). Las siguientes son las formas y características utilizadas para expresar la condición del segmento de alcantarillado por el Sistema de Clasificación para la Condición de las tuberías PACP.

Puntuaciones de Segmento – Cada segmento tendrá una Puntuación de Segmento para cada uno de los cinco grados. El número de ocurrencias para cada segmento de tubería es multiplicado por la puntuación del tubo para calcular la puntuación del segmento. Por ejemplo, seis defectos Grado 5 equivalen a una Puntuación de Segmento de 30 (6x5) en el grado 5. Si el segmento de tubería no tiene defectos de un grado en particular, su Puntuación de Segmento para ese grado en particular será de 0.

Clasificación Global de la Tubería - Las cinco Puntuaciones de Segmento son sumadas para calcular la Clasificación Global de la Tubería. Las Clasificaciones Estructurales son calculadas usando únicamente Defectos Estructurales, así mismo Clasificaciones de OM son calculadas utilizando únicamente Defectos de tipo OM.

Clasificación Rápida de PACP – La Clasificación Rápida de PACP es un método rápido de expresar el número de ocurrencias de los dos grados más altos. La Clasificación Rápida de PACP es una clasificación de cuatro caracteres:

1. El primer carácter es el grado de mayor severidad.
2. El segundo carácter es el número total de ocurrencias del grado de mayor severidad. Si el número total excede 9 se utilizan caracteres del alfabeto de la siguiente manera: 10 a 14 –A; 15 a 19 –B; 20 a 24 –C; etc.
3. El tercer carácter es el segundo de mayor severidad.
4. El cuarto carácter es el número en total de ocurrencias del segundo grado de mayor severidad y se codifica de la misma manera descrita en el numeral 2.

Por ejemplo

4B27

Este código muestra que no hay defectos de grado 5 o de grado 3, sin embargo existen entre 15 y 19 defectos grado 4 y siete defectos de grado 2.

Otro ejemplo

3224

Dos defectos de grado 3 y cuatro de grado 2, sin embargo no existen defectos de grado 5 ó 4.

Si un tubo sólo tiene defectos de un grado en particular, los primeros dos caracteres son la cantidad y el grado del defecto y los últimos dos caracteres son 00 (denotando que no existen otros grados). Un segmento de alcantarilla sin defecto alguno tiene una Clasificación Rápida de PACP de 0000 (todos ceros).

La Clasificación Rápida de PACP provee la habilidad de resumir el número y la severidad de los defectos encontrados. Como con la Clasificación Total del Tubo, las Clasificaciones Estructurales Rápidas son calculadas utilizando exclusivamente los Grados de Defectos Estructurales, y Clasificaciones Rápidas de OM son calculadas utilizando exclusivamente Grados de Defectos de OM.

La Clasificación Rápida es una excelente manera de revisar para determinar qué segmentos de tubería requieren mayor atención. Si un tubo no tiene defectos de un grado mayor a 1 ó 2 entonces probablemente ese tubo no requiere mayor investigación.

Índice de Clasificación de Tuberías – Este es un indicador de la distribución de la severidad del defecto. El Índice es calculado al dividir la Clasificación Total del Tubo por el número de defectos. Por ejemplo, el Índice de Clasificación Estructural del Tubo es entonces la Clasificación Estructural dividida por el número de defectos estructurales. Los índices son calculados por Estructural, de OM y General. Un segmento con una Clasificación de Tubo de cero (0) tendrá un Índice de Clasificación de Tubo de cero (0).

(NASSCO, 2012, p D-3 y D-4)

Anexo 12: Costos por tubería del Plan de Rehabilitación

12.1.- Reemplazo por zanja abierta

| Tubería | Calificación estructural | Calificación operativa | Calificación hidráulica | Longitud (m) | Costo total (\$) |
|---------|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------|------------------|
| 10.1 | 5132 | 4137 | 4 | 73,16 | 14592,45 |
| 16.1 | 5341 | 2800 | 4 | 47,31 | 9560,58 |
| 17.1 | 1400 | 0 | 3 | 6,93 | 1222,94 |
| 18.1 | 331E | 4331 | 2 | 134,73 | 78816,29 |
| 20.1 | 513E | 4132 | 4 | 119,05 | 19094,11 |
| 39.1 | 3F1Z | 312B | 5 | 136,90 | 52540,86 |
| 39.2 | 5138 | 3122 | 5 | 44,30 | 12771,96 |
| 40.1 | 423F | 3424 | 5 | 54,20 | 17254,74 |
| 41.1 | 3C1E | 5238 | 4 | 61,90 | 19260,16 |
| 43.1 | - | - | 4 | 76,30 | 22190,56 |
| 44.1 | 413G | 5141 | 4 | 62,10 | 10603,31 |
| 47.1 | 3E1E | 3126 | 4 | 39,80 | 7624,65 |
| 48.1 | 1400 | 0 | 4 | 5,30 | 709,39 |
| 58.1 | 4131 | 4634 | 5 | 17,20 | 7402,54 |
| 59.1 | 5131 | 3528 | 5 | 45,80 | 14662,03 |
| 60.1 | 1Q00 | 4B31 | 5 | 57,80 | 15549,29 |
| 61.1 | 5141 | 0 | 5 | 8,40 | 1783,75 |
| 62.1 | 3F29 | 4133 | 5 | 48,10 | 17016,36 |
| 63.1 | 1300 | 2100 | 5 | 8,10 | 2404,95 |
| 64.1 | 311M | 312C | 5 | 44,90 | 11391,48 |
| 65.1 | 3B1E | 3400 | 5 | 51,60 | 11138,55 |
| 66.1 | 3C21 | 3523 | 4 | 59,00 | 15976,40 |
| 68.1 | 513F | 3824 | 4 | 58,80 | 19250,11 |
| 69.1 | 3D1J | 3A24 | 5 | 58,80 | 18599,66 |
| 70.1 | 513B | 413A | 4 | 64,20 | 20681,38 |
| 72.1 | 5243 | 3A2A | 4 | 97,70 | 32876,18 |
| 74.1 | 5231 | 3326 | 3 | 50,80 | 14798,70 |
| 82.1 | 3122 | 312B | 4 | 54,80 | 16368,18 |
| 83.1 | 1F00 | 3124 | 4 | 23,30 | 6858,38 |
| 84.1 | 221F | 3224 | 4 | 25,60 | 7325,24 |
| 86.1 | 331N | 3224 | 4 | 48,20 | 11352,91 |
| 88.1 | 5342 | 392B | 4 | 55,10 | 18159,56 |
| 90.1 | 513 ^a | 2600 | 4 | 20,10 | 5421,99 |
| 94.1 | 423C | 352A | 5 | 31,70 | 14910,20 |
| 95.1 | 5231 | 5135 | 5 | 50,80 | 16234,60 |
| 96.1 | 311M | 4134 | 5 | 45,40 | 14410,43 |
| 105.1 | 1600 | 5531 | 2 | 13,00 | 4546,07 |
| 108.1 | 341M | 3222 | 4 | 45,20 | 12427,78 |
| 109.1 | 211S | 352A | 5 | 84,20 | 35698,90 |

| Tubería | Calificación estructural | Calificación operativa | Calificación hidráulica | Longitud (m) | Costo total (\$) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 110.1 | - | - | 5 | 24,60 | 6527,17 |
| 113.1 | 3422 | 5141 | 4 | 157,30 | 55189,98 |
| 114.1 | 381J | 392A | 5 | 74,50 | 32550,41 |
| 133.1 | 1500 | 5133 | 5 | 37,30 | 7996,58 |
| 135.1 | - | - | 4 | 41,70 | 10311,72 |
| 151.1 | - | - | 4 | 5,10 | 1052,98 |
| 154.1 | 3121 | 3626 | 5 | 59,80 | 24150,88 |
| 155.1 | 4235 | 3527 | 4 | 62,10 | 16865,33 |
| 163.1 | - | - | 4 | 54,10 | 14072,62 |
| 168.1 | 3221 | 3121 | 4 | 46,20 | 10402,52 |
| 172.1 | - | - | 4 | 73,30 | 24887,59 |
| 175.1 | 1300 | 2C00 | 4 | 31,20 | 3025,27 |
| Total | | | | 2697,78 | 840520,67 |

10.2.- Pipe Bursting

| Tubería | Calificación estructural | Calificación operativa | Calificación hidráulica | Longitud (m) | Costo total (\$) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 5.1 | 3221 | 44331 | 5 | 98,80 | 14950,31 |
| 11.2 | 1E00 | 5400 | 3 | 59,50 | 8089,15 |
| 14.2 | 513C | 3125 | 2 | 52,10 | 4754,57 |
| Total | | | | 210,40 | 27794,03 |

10.3.- Reparaciones puntuales

| Tubería | Calificación estructural | Calificación operativa | Calificación hidráulica | Longitud (m) | Costo total (\$) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1.1 | 511G | 3421 | 3 | 42,20 | 472,60 |
| 14.1 | 5122 | 2A00 | 1 | 144,30 | 195,82 |
| 38.1 | 513A | 3525 | 4 | 42,30 | 454,25 |
| 51.1 | 5141 | 3A26 | 2 | 65,60 | 1298,12 |
| 57.1 | 523C | 4133 | 3 | 33,40 | 619,85 |
| 67.1 | 5236 | 3325 | 4 | 46,20 | 2191,39 |
| 71.1 | 1700 | 3200 | 4 | 53,40 | 214,97 |
| 73.1 | 513E | 3428 | 4 | 51,20 | 239,22 |
| 81.1 | 5132 | 3221 | 4 | 58,10 | 859,08 |
| 98.1 | 1I00 | 5333 | 3 | 60,50 | 1965,56 |
| 106.1 | 5121 | 3221 | 2 | 45,70 | 349,45 |
| 116.1 | 3D23 | 5341 | 3 | 50,00 | 1249,37 |
| 120.1 | 5239 | 362A | 4 | 66,00 | 1152,24 |
| 125.1 | 4136 | 5132 | 2 | 51,50 | 245,86 |
| 131.1 | 513D | 5133 | 4 | 48,10 | 403,38 |
| 157.1 | 413C | 312A | 3 | 48,20 | 275,20 |

| Tubería | Calificación estructural | Calificación operativa | Calificación hidráulica | Longitud (m) | Costo total (\$) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 158.2 | 1I00 | 4124 | 2 | 45,60 | 251,61 |
| 171.1 | 423D | 443F | 2 | 55,50 | 446,80 |
| Total | | | | 1007,80 | 12884,77 |

10.4.- CIPP

| Tubería | Calificación estructural | Calificación operativa | Calificación hidráulica | Longitud (m) | Costo total (\$) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 49.1 | 3F21 | 3125 | 4 | 59,90 | 62430,58 |
| 72.2 | 3721 | 3125 | 4 | 58,40 | 56209,31 |
| 125.2 | 3G22 | 2100 | 3 | 63,10 | 51712,90 |
| 149.1 | 3E21 | 5127 | 3 | 48,90 | 37537,11 |
| 156.1 | 5425 | 513A | 4 | 62,10 | 77792,40 |
| 159.1 | 3B1I | 2A00 | 3 | 45,40 | 40499,23 |
| 160.1 | 3F23 | 3125 | 4 | 55,30 | 49840,10 |
| Total | | | | 393,10 | 376021,63 |

10.5.- Limpieza con hidrosuccionador

| Tubería | Calificación estructural | Calificación operativa | Calificación hidráulica | Longitud (m) | Costo total (\$) |
|----------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 3.2 | 311F | 5131 | 2 | 28,50 | 24,23 |
| 11.1 | 3417 | 5141 | 2 | 30,70 | 26,88 |
| 23.1 | 311C | 423C | 4 | 36,40 | 31,87 |
| 24.1 | 0 | 3200 | 4 | 4,00 | 3,50 |
| 26.1 | 211A | 3324 | 2 | 10,10 | 8,84 |
| 46.2 | 211D | 332A | 4 | 44,90 | 39,31 |
| 91.1 | 1C00 | 3321 | 4 | 49,20 | 43,07 |
| 102.1 | 1A00 | 2200 | 3 | 20,40 | 17,86 |
| 121.1 | 0 | 3400 | 4 | 6,90 | 6,04 |
| 124.1 | 2200 | 3400 | 3 | 5,10 | 4,47 |
| 127.1 | 3100 | 3I22 | 3 | 76,70 | 67,15 |
| 141.1 | 311D | 3227 | 3 | 27,20 | 23,81 |
| 146.1 | 3116 | 2600 | 3 | 42,10 | 36,86 |
| 150.1 | 1B00 | 3327 | 4 | 45,90 | 40,19 |
| 172.2 | 0 | 3225 | 2 | 9,50 | 8,32 |
| Total | | | | 437,60 | 382,39 |

Anexo 13: Información de las tuberías de la red rehabilitada

| Tubería | Rugosidad | Sección | Dimensión (m) | Material |
|----------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------------------|
| 0.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 1.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 3.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 3.2 | 0,017 | Circular | 0,35 | Tubería de hormigón |
| 5.1 | 0,011 | Circular | 0,20 | Tubería plástica |
| 6.1 | 0,011 | Circular | 0,20 | Tubería plástica |
| 9.1 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 10.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 11.1 | 0,011 | Circular | 0,20 | Tubería plástica |
| 11.2 | 0,011 | Circular | 0,20 | Tubería plástica |
| 12.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 13.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 14.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 14.2 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 14.3 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 15.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 16.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 17.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 18.1 | 0,011 | Circular | 0,30 | Tubería plástica |
| 20.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 21.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 22.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 23.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 24.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 25.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 26.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 38.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 39.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 39.2 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 40.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 41.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 43.1 | 0,011 | Circular | 0,30 | Tubería plástica |
| 44.1 | 0,011 | Circular | 0,30 | Tubería plástica |
| 45.1 | 0,03 | Rect_closed | 0,7x0,7 | Colector de mampostería de piedra |
| 46.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 46.2 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 47.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 48.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 49.1 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 50.1 | 0,017 | Circular | 0,50 | Tubería de hormigón |

| Tubería | Rugosidad | Sección | Dimensión (m) | Material |
|----------------|------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|
| 51.1 | 0,017 | Circular | 0,50 | Tubería de hormigón |
| 52.1 | 0,017 | Circular | 0,50 | Tubería de hormigón |
| 53.1 | 0,017 | Rect_closed | 0,8x0,5 | Colector de hormigón simple |
| 54.1 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 56.1 | 0,017 | Circular | 0,50 | Tubería de hormigón |
| 57.1 | 0,017 | Circular | 0,50 | Tubería de hormigón |
| 58.1 | 0,011 | Circular | 0,45 | Tubería plástica |
| 59.1 | 0,011 | Circular | 0,45 | Tubería plástica |
| 60.1 | 0,011 | Circular | 0,45 | Tubería plástica |
| 61.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 62.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 63.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 64.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 65.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 65.2 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 66.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 67.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 68.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 69.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 70.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 71.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 72.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 72.2 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 73.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 74.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 74.2 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 75.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 81.1 | 0,017 | Circular | 0,45 | Tubería de hormigón |
| 82.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 82.2 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 83.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 84.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 86.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 88.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 89.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 90.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 90.2 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 91.1 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 92.1 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 93.1 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 94.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 95.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |

| Tubería | Rugosidad | Sección | Dimensión (m) | Material |
|----------------|------------------|----------------|----------------------|-----------------------------------|
| 96.1 | 0,011 | Circular | 0,45 | Tubería plástica |
| 97.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 98.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 99.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 100.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 101.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 102.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 103.1 | 0,011 | Circular | 0,60 | Tubería plástica |
| 105.1 | 0,011 | Circular | 0,50 | Tubería plástica |
| 106.1 | 0,017 | Circular | 0,50 | Tubería de hormigón |
| 107.1 | 0,017 | Circular | 0,50 | Tubería de hormigón |
| 108.1 | 0,011 | Circular | 0,45 | Tubería plástica |
| 109.1 | 0,011 | Circular | 0,55 | Tubería plástica |
| 110.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 111.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 113.1 | 0,011 | Circular | 0,45 | Tubería plástica |
| 114.1 | 0,011 | Circular | 0,55 | Tubería plástica |
| 115.1 | 0,011 | Circular | 0,60 | Tubería plástica |
| 116.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 117.1 | 0,017 | Circular | 0,35 | Tubería de hormigón |
| 120.1 | 0,017 | Circular | 0,60 | Tubería de hormigón |
| 121.1 | 0,03 | Rect_closed | 0,9x0,5 | Colector de mampostería de piedra |
| 122.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 123.1 | 0,017 | Rect_closed | 0,6x0,4 | Colector de hormigón simple |
| 124.1 | 0,03 | Rect_closed | 0,6x0,4 | Colector de mampostería de piedra |
| 125.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 125.2 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 127.1 | 0,03 | Rect_closed | 0,6x0,4 | Colector de mampostería de piedra |
| 131.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 133.1 | 0,011 | Circular | 0,30 | Tubería plástica |
| 135.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 137.1 | 0,011 | Circular | 0,30 | Tubería plástica |
| 140.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 141.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 142.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 143.1 | 0,017 | Circular | 0,35 | Tubería de hormigón |
| 144.1 | 0,017 | Rect_closed | 0,5x0,4 | Colector de hormigón simple |
| 145.1 | 0,017 | Rect_closed | 0,6x0,4 | Colector de hormigón simple |
| 146.1 | 0,011 | Circular | 0,30 | Tubería plástica |
| 149.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 150.1 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 151.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |

| Tubería | Rugosidad | Sección | Dimensión (m) | Material |
|----------------|------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 154.1 | 0,011 | Circular | 0,60 | Tubería plástica |
| 155.1 | 0,011 | Circular | 0,40 | Tubería plástica |
| 156.1 | 0,017 | Circular | 0,35 | Tubería de hormigón |
| 157.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 158.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 158.2 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 159.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 160.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 161.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 162.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |
| 163.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 164.1 | 0,017 | Circular | 0,40 | Tubería de hormigón |
| 167.1 | 0,03 | Rect_closed | 0,5x0,6 | Colector de mampostería de piedra |
| 168.1 | 0,011 | Circular | 0,35 | Tubería plástica |
| 170.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 171.1 | 0,03 | Rect_closed | 0,6x0,4 | Colector de mampostería de piedra |
| 172.1 | 0,011 | Circular | 0,50 | Tubería plástica |
| 172.2 | 0,017 | Circular | 0,20 | Tubería de hormigón |
| 173.1 | 0,017 | Circular | 0,25 | Tubería de hormigón |
| 175.1 | 0,011 | Circular | 0,25 | Tubería plástica |
| 176.1 | 0,03 | Rect_closed | 0,5x0,4 | Colector de mampostería de piedra |
| 177.1 | 0,017 | Circular | 0,50 | Tubería de hormigón |
| 178.1 | 0,017 | Circular | 0,30 | Tubería de hormigón |

Anexo 14: Análisis de costos para la rehabilitación de pozos**Número de pozos:** 145**Altura media de pozos (m):** 2,21**Diámetro de pozos (m):** 1,00

| Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---|--------|-----------------|----------|-----------|
| Estribo de varilla 16mm galvanizado en caliente (pozos alc.) (provision y montaje) | u | 5,39 | 1054 | 5681,06 |
| Instalacion y nivelacion de anillos para alzada de pozo incl. Retiro y reinstalacion tapa y cerco existente, nivelacion y materiales epoxicos | u | 69,42 | 13 | 902,46 |
| Recubrimiento estructural epóxico 301 e=3mm o similar – Incluye preparación de superficie | m2 | 230,24 | 1202 | 276748,48 |
| Tapa con cerco hierro ductil abisagrada d=600mm (materias,transporte) | u | 306,43 | 3 | 919,29 |
| Limpieza y desalojo de fondo de pozo de revisión | u | 9,15 | 145 | 1326,75 |
| Pozo revision h.s. h=2.26-2.75m (tapa cerco h.ductil y peldaños) | u | 810,2 | 1 | 810,2 |
| TOTAL | | | | 286388,24 |

Anexo 15: Análisis de costos de rehabilitación por tramo

| | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 1.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 42,20 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 3,90 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 2,35 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 49 | 464,49 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 45 | 307,27 |
| | EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 2,48 | 115 | 285,71 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 208 | 2007,12 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 329 | 2053,96 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 42 | 267,13 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 66 | 93,34 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 42 | 1152,48 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 4 | 64,32 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 80 | 497,81 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 80 | 3272,25 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 49 | 58,49 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 66 | 2184,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 42 | 22,79 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2084 | 750,33 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 211 | 407,23 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 433,48 |
| | TOTAL | | | | 14882,84 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 84 | 71,74 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 84 | 409,34 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 4 | 6874,92 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN300mm e= 6.0mm | m | 451,31 | 42 | 19045,28 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 42 | 22410,31 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 8 | 1095,60 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 4 | 366,92 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 42 | 22,79 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1511,32 |
| | TOTAL | | | | 51888,50 |
| | | | | | |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 6,67 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 3 | 26,95 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 4 | 34,18 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 8 | 48,67 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 12 | 23,52 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 1 | 6,33 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 1 | 27,31 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 5,71 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 8,48 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 0,84 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 1 | 33,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 2 | 10,47 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 13 | 24,13 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 8,57 |
| | TOTAL | | | | 294,16 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 14882,84 | 80 | 14882,84 | |
| | CIPP | 51888,50 | 40 | 60707,77 | 408 |
| | Reparación puntual | 294,16 | 80 | 294,16 | 2 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 38.1 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 42,30 | | | | |
| Conexiones | 5 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 3,45 | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Calif. Estructural | 1 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | Prof media a conex (m) | 2,13 |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 54 | 510,90 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 51 | 347,31 |
| | EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 2,48 | 102 | 253,34 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 199 | 1917,34 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 292 | 1821,27 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 30 | 116,10 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 42 | 267,76 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 72 | 101,94 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 30 | 287,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 42 | 1155,21 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 5 | 80,40 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 77 | 475,54 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 77 | 3125,88 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 54 | 64,33 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 72 | 2385,90 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 42 | 22,84 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1991 | 716,76 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 212 | 408,20 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 428,87 |
| | TOTAL | | | | 14724,61 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 85 | 71,91 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 85 | 410,31 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 5 | 8593,65 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 42 | 22463,42 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 10 | 1369,50 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 5 | 458,65 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 42 | 22,84 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1004,12 |
| | TOTAL | | | | 34474,67 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 6,67 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 2 | 23,84 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 3 | 30,23 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 7 | 43,06 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 12 | 23,52 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 1 | 6,33 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 1 | 27,31 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 1 | 16,08 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 5,05 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 7,50 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 0,84 |
| | REPOSICIÓN DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 1 | 33,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 2 | 9,26 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 13 | 24,13 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 8,58 |
| | TOTAL | | | | 294,74 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 14724,61 | 80 | 14724,61 | |
| | CIPP | 34474,67 | 40 | 40334,20 | 274 |
| | Reparación puntual | 294,74 | 80 | 294,74 | 2 |

| | | | | | |
|---|-------|--|---------------------------|------|--|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 57.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 500 | | | | |
| Longitud (m) | 33,40 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,90 | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,90 | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 2,00 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Calif. Estructural | 2 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | Prof media a conex (m) | 1,35 | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 49 | 469,45 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 83 | 565,46 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 108 | 1039,50 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 127 | 791,98 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 33 | 309,28 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 57 | 80,93 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 33 | 2392,44 |
| | SILLA YEE 500 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 29,59 | 4 | 118,36 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 42 | 257,82 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 42 | 1694,72 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 49 | 59,11 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 57 | 1894,20 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 33 | 18,04 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1079 | 388,60 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 167 | 322,31 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 328,87 |
| | TOTAL | | | | 11291,12 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 67 | 56,78 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 67 | 323,98 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 4 | 22,64 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 6 | 34,74 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 4 | 6874,92 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN500mm e= 6.0mm | m | 1437,18 | 33 | 48001,81 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 8 | 1095,60 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 4 | 366,92 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 33 | 18,04 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1703,86 |
| | TOTAL | | | | 58499,29 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 2 | 17,15 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 3 | 23,29 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 4 | 42,81 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 8 | 47,42 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 12 | 23,52 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 2 | 18,52 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 2 | 2,82 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 2 | 143,26 |
| | SILLA YEE 500 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 29,59 | 2 | 59,18 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 2 | 7,15 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 2 | 10,62 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 2 | 2,16 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 2 | 66,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 2 | 13,12 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 10 | 19,30 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 15,73 |
| | TOTAL | | | | 539,99 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 11291,12 | 80 | 11291,12 | |
| | CIPP | 58499,29 | 40 | 68442,18 | 606 |
| | Reparación puntual | 539,99 | 80 | 539,99 | 5 |

| | | | | | |
|---|--|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 41.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 61,90 | | | | |
| Conexiones | 8 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| | | | | Conexiones a reparar | 1 |
| Prof. Excavación (m) | 2,43 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,62 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 85 | 808,38 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 175 | 1190,58 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 227 | 2188,68 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 301 | 1877,20 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 48 | 185,76 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 62 | 391,83 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 110 | 154,96 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 48 | 460,32 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 62 | 1721,44 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 8 | 194,48 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 87 | 542,84 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 87 | 3568,25 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 85 | 101,79 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 110 | 3626,70 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 62 | 33,43 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2273 | 818,20 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 310 | 597,34 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 560,98 |
| | TOTAL | | | | 19260,16 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 19260,16 | 80 | 19260,16 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|---------------------------|------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 61.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 8,40 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,65 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 0 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 0 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| | | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| | | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 7 | 64,04 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 11 | 75,51 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 14 | 138,81 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 28 | 172,97 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 48 | 94,08 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 8 | 70,14 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 8 | 11,84 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 8 | 385,73 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 6 | 34,43 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 6 | 226,31 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 7 | 8,06 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 8 | 277,20 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 8 | 4,54 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 144 | 51,89 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 42 | 81,06 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 51,95 |
| | TOTAL | | | | 1783,75 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 1783,75 | 80 | 1783,75 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 156.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 62,10 | | | | |
| Conexiones | 12 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 10 |
| | | | | Conexiones a reparar | 1 |
| | | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| | | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Prof. Excavación (m) | 2,15 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 4,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,48 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 104 | 992,79 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 185 | 1260,51 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 241 | 2317,22 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 267 | 1666,27 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 72 | 278,64 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 62 | 518,54 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 62 | 87,56 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 72 | 690,48 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 62 | 1727,00 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 12 | 291,72 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 93 | 574,72 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 93 | 3777,81 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 104 | 125,01 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 134 | 4425,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 62 | 33,53 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2406 | 866,25 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 311 | 599,27 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 614,09 |
| | TOTAL | | | | 21083,70 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 124 | 105,57 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 124 | 602,37 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 10 | 1636,20 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 12 | 20624,76 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN350mm e= 7.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 597,17 | 62 | 37084,26 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 24 | 3286,80 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 12 | 1100,76 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 62 | 33,53 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1936,64 |
| | TOTAL | | | | 66491,17 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 8 | 74,33 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 14 | 92,14 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 18 | 169,38 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 24 | 147,58 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 8 | 15,68 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 4 | 33,40 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 10 | 14,10 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 4 | 111,24 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 4 | 97,24 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 8 | 57,12 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 7 | 28,28 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 7 | 42,01 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 8 | 9,36 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 10 | 330,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 9 | 51,89 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 20 | 38,60 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 42,20 |
| | TOTAL | | | | 1448,97 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 21083,70 | 80 | 21083,70 | |
| | CIPP | 66491,17 | 40 | 77792,40 | 369 |
| | Reparación puntual | 1448,97 | 80 | 1448,97 | 7 |

| | | | | | |
|--|--|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 155.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 62,10 | | | | |
| Conexiones | 5 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 4 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,95 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 2,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,38 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 74 | 702,17 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 130 | 884,46 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 169 | 1625,92 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 242 | 1511,27 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 30 | 116,10 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 62 | 518,54 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 62 | 87,56 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 30 | 287,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 62 | 2851,63 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 5 | 129,40 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 65 | 403,26 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 65 | 2650,77 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 74 | 88,42 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 92 | 3039,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 62 | 33,53 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1688 | 607,82 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 311 | 599,27 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 491,22 |
| | TOTAL | | | | 16865,33 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 16865,33 | 80 | 16865,33 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|--|---------------------------|-----------------|----------|----------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 108.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 45,20 | | | | |
| Conexiones | 2 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,35 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,85 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 1 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| | | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| | | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| | | Prof media a conex (m) | 1,58 | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 48 | 457,63 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 105 | 717,82 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 137 | 1319,59 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 212 | 1325,63 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 45 | 286,12 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 57 | 80,65 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 450MM (MAT.TRAN.INST) | m | 46,34 | 45 | 2094,57 |
| | SILLA YEE 450 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 27,28 | 2 | 54,56 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 53 | 327,29 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 53 | 2151,36 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 48 | 57,62 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 57 | 1887,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 45 | 24,41 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1370 | 493,30 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 226 | 436,18 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 361,97 |
| | TOTAL | | | | 12427,78 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 12427,78 | 80 | 12427,78 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 96.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 45,40 | | | | |
| Conexiones | 5 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 2 | | |
| | | Conexiones a reparar | 1 | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,25 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,85 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,53 | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 63 | 596,48 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 123 | 840,54 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 160 | 1545,19 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 204 | 1274,83 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 30 | 116,10 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 45 | 287,38 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 75 | 106,31 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 30 | 287,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 450MM (MAT.TRAN.INST) | m | 46,34 | 45 | 2103,84 |
| | SILLA YEE 450 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 27,28 | 5 | 136,40 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 62 | 383,24 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 62 | 2519,16 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 63 | 75,11 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 75 | 2488,20 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 45 | 24,52 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1605 | 577,64 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 227 | 438,11 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 419,72 |
| | TOTAL | | | | 14410,43 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 14410,43 | 80 | 14410,43 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 154.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 500 | | | | |
| Longitud (m) | 59,80 | | | | |
| Conexiones | 6 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 5 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,80 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,90 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,80 | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 83 | 787,37 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 52 | 353,03 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 151 | 1487,37 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 263 | 2535,55 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 335 | 2089,65 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 36 | 139,32 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 60 | 553,75 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 96 | 135,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 36 | 345,24 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 600MM (MAT.TRAN.INST) | m | 84,25 | 60 | 5038,15 |
| | SILLA YEE 600 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 35,43 | 6 | 212,58 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 101 | 628,87 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 101 | 4133,76 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 83 | 99,14 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 96 | 3161,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 60 | 32,29 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2633 | 947,87 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 299 | 577,07 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 703,42 |
| | TOTAL | | | | 24150,88 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 24150,88 | 80 | 24150,88 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 98.1 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 60,50 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,95 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 10,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,38 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 59 | 557,74 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 103 | 702,00 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 134 | 1290,51 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 236 | 1472,33 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 61 | 336,38 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 85 | 119,15 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 61 | 1083,56 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 4 | 74,96 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 52 | 320,08 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 52 | 2103,94 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 59 | 70,23 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 85 | 2788,50 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 61 | 32,67 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1340 | 482,43 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 303 | 583,83 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 375,94 |
| | TOTAL | | | | 12907,23 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 121 | 102,85 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 121 | 586,85 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 4 | 6874,92 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 61 | 32176,32 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 8 | 1095,60 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 4 | 366,92 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 61 | 32,67 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1239,49 |
| | TOTAL | | | | 42555,90 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 7 | 61,95 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 13 | 86,32 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 16 | 158,68 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 39 | 243,36 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 12 | 23,52 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 10 | 55,60 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 10 | 14,10 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 10 | 179,10 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 6 | 26,49 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 6 | 39,36 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 7 | 7,80 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 10 | 330,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 8 | 48,61 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 13 | 25,09 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 39,43 |
| | TOTAL | | | | 1353,67 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 12907,23 | 80 | 12907,23 | |
| | CIPP | 42555,90 | 40 | 49788,96 | 386 |
| | Reparación puntual | 1353,67 | 80 | 1353,67 | 10 |

| | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 105.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 500 | | | | |
| Longitud (m) | 13,00 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,45 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,90 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 10,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,63 |
| Calif. Operacional | 5 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 17 | 157,25 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 36 | 248,33 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 47 | 456,51 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 64 | 397,49 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 60 | 117,60 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 13 | 120,38 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 13 | 18,33 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 13 | 931,19 |
| | SILLA YEE 500 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 29,59 | 1 | 29,59 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 18 | 113,22 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 18 | 744,25 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 17 | 19,80 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 19 | 627,00 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 13 | 7,02 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 474 | 170,66 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 65 | 125,45 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 132,41 |
| | TOTAL | | | | 4546,07 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 9 | 85,77 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 22 | 150,16 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 29 | 276,04 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 49 | 305,76 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 12 | 23,52 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 10 | 92,60 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 10 | 14,10 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 10 | 716,30 |
| | SILLA YEE 500 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 29,59 | 0 | 0,00 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 4 | 28,56 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 11 | 46,08 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 11 | 68,47 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 9 | 10,80 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 10 | 330,00 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 287 | 103,19 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 50 | 96,50 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 70,85 |
| | TOTAL | | | | 2432,36 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 4546,07 | 80 | 4546,07 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 2432,36 | 80 | 2432,36 | 54 |

| | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 106.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 500 | | | | |
| Longitud (m) | 45,70 | | | | |
| Conexiones | 3 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,20 | | | Conexiones penetrantes | 2 |
| Ancho de zanja (m) | 0,90 | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Calif. Estructural | 1 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | Prof media a conex (m) | 1,50 |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 56 | 529,20 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 112 | 763,31 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 146 | 1403,20 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 201 | 1254,74 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 18 | 69,66 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 46 | 423,18 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 64 | 89,82 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 18 | 172,62 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 46 | 3273,49 |
| | SILLA YEE 500 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 29,59 | 3 | 88,77 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 56 | 348,03 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 56 | 2287,68 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 56 | 66,64 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 64 | 2102,10 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 46 | 24,68 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1457 | 524,56 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 229 | 441,01 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 421,58 |
| | TOTAL | | | | 14474,21 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 91 | 77,69 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 91 | 443,29 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 2 | 327,24 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e=4.0mm | u | 1718,73 | 3 | 5156,19 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN500mm e=6.0mm | m | 1437,18 | 46 | 65679,13 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 6 | 821,70 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 3 | 275,19 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 46 | 24,68 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 2186,56 |
| | TOTAL | | | | 75071,95 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 8,58 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 2 | 13,48 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 3 | 24,79 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 4 | 27,46 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 12 | 23,52 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 1 | 9,26 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 1 | 71,63 |
| | SILLA YEE 500 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 29,59 | 1 | 29,59 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 4,14 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 6,15 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 1,08 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 1 | 33,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 1 | 7,59 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 2 | 3,47 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 8,79 |
| | TOTAL | | | | 301,88 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 14474,21 | 80 | 14474,21 | |
| | CIPP | 75071,95 | 40 | 87831,62 | 607 |
| | Reparación puntual | 301,88 | 80 | 301,88 | 2 |

| | | | | | |
|---|--|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 18.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 1000X600 | | | | |
| Longitud (m) | 134,70 | | | | |
| Conexiones | 24 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 4,65 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 50,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | Prof media a conex (m) | 2,73 | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESEMPEDRADO | m2 | 1,76 | 209 | 368,70 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 314 | 2137,80 |
| | EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=4.00-6.00m (EN TIERRA) | m3 | 3,60 | 974 | 3506,86 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 1674 | 16125,08 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 1253 | 7816,91 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 100 | 196,00 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 144 | 557,28 |
| | DERROCAMIENTO DE MAMPOSTERIA DE LADRILLO (HERRAMIENTA MENOR) | m2 | 2,2 | 81 | 177,80 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 279 | 392,97 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 144 | 1380,96 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 135 | 3678,66 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 24 | 385,92 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 644 | 3999,39 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 644 | 26289,07 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 209 | 251,39 |
| | EMPEDRADO (INCLUYE MATERIAL) | m2 | 8,97 | 209 | 1879,13 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 16745 | 6028,07 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 674 | 1299,86 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 2295,62 |
| | TOTAL | | | | 78816,29 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 78816,29 | 80 | 78816,29 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 51.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 500 | | | | |
| Longitud (m) | 65,60 | | | | |
| Conexiones | 13 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 8 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 3,34 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,90 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 3,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 2,07 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 121 | 1157,32 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 129 | 879,63 |
| | EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 2,48 | 406 | 1005,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 695 | 6694,88 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 438 | 2734,42 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 48 | 94,08 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 78 | 301,86 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 66 | 607,46 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 144 | 202,48 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 78 | 748,02 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 66 | 4698,93 |
| | SILLA YEE 500 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 29,59 | 13 | 384,67 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 267 | 1660,48 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 267 | 10914,81 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 121 | 145,73 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 144 | 4738,80 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 66 | 35,42 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 6952 | 2502,76 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 328 | 633,04 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1205,69 |
| | TOTAL | | | | 41395,23 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|-----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 131 | 111,52 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 131 | 636,32 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 8 | 1308,96 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e=4.0mm | u | 1718,73 | 13 | 22343,49 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN500mm e=6.0mm | m | 1437,18 | 66 | 94279,01 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 26 | 3560,70 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 13 | 1192,49 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 66 | 35,42 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 3706,45 |
| | TOTAL | | | | 127254,64 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 3 | 25,73 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 9 | 89,01 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 12 | 112,90 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 20 | 125,05 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 8 | 15,68 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 3 | 27,78 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 3 | 4,23 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 3 | 214,89 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 6 | 42,84 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 5 | 18,85 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 5 | 28,00 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 3 | 3,24 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 3 | 99,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 6 | 34,58 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 5 | 10,42 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 25,98 |
| | TOTAL | | | | 891,83 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|-----------|------------------|-----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 41395,23 | 80 | 41395,23 | |
| | CIPP | 127254,64 | 40 | 148883,60 | 360 |
| | Reparación puntual | 891,83 | 80 | 891,83 | 2 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 10.1 | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|----------|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 73,20 | | | | |
| Conexiones | 8 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 6 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,93 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,37 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 86 | 176,26 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 144 | 982,31 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 188 | 1805,81 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 283 | 1763,12 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 48 | 185,76 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 73 | 332,33 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 121 | 170,89 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 48 | 460,32 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 73 | 1311,01 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 8 | 149,92 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 72 | 447,88 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 72 | 2944,05 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 86 | 103,18 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 134 | 1763,18 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1875 | 675,07 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 366 | 706,38 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 425,02 |
| | TOTAL | | | | 14592,45 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 14592,45 | 80 | 14592,45 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 11.2 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 59,50 | | | | |
| Conexiones | 10 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| | | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| | | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Prof. Excavación (m) | 1,97 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 15,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,39 |
| Calif. Operacional | 4 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 84 | 171,59 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 137 | 931,67 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 178 | 1712,71 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 234 | 1462,84 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 60 | 232,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 60 | 270,13 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 120 | 168,50 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 60 | 575,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 60 | 924,63 |
| | SILLA YEE 200 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 17,75 | 10 | 177,50 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 68 | 424,79 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 68 | 2792,27 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 84 | 100,44 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 84 | 1101,49 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1779 | 640,27 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 298 | 574,18 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 373,52 |
| | TOTAL | | | | 12824,08 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 119 | 101,15 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 119 | 577,15 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 5 | 818,10 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 10 | 17187,30 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN200mm e= 4.5mm (Totalmente Deteriorada) | m | 721,59 | 60 | 42934,61 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 20 | 2739,00 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 10 | 917,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 60 | 32,13 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1961,61 |
| | TOTAL | | | | 67348,63 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 28 | 57,81 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 44 | 301,83 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 58 | 554,87 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 59 | 368,78 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 20 | 39,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 15 | 68,10 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 39 | 54,99 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 15 | 233,10 |
| | SILLA YEE 200 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 17,75 | 4 | 71,00 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 6 | 42,84 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 22 | 92,63 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 22 | 137,62 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 28 | 33,84 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 28 | 371,11 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 29 | 169,97 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 56 | 108,85 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 91,30 |
| | TOTAL | | | | 3134,55 |

| PIPE BURSTING | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|---|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 49 | 100,45 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 6,81 |
| | DERROCAMIENTO POZO MAMPOSTERIA LADRILLO (INCL. ELEVADOR) | m3 | 36,91 | 1 | 36,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 89 | 854,41 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 4") | hora | 1,54 | 6 | 9,24 |
| | INSTALACIÓN POR PIPE BURSTING DE TUBERÍA DE 200mm DE PEAD (INCLUYE MATERIAL, TRANSPORTE E INSTALACIÓN) | m | 38,11 | 60 | 2267,55 |
| | ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO (CON CAJA Y TAPA PREFABRICADA) TUBERIA PLASTICA ALCANT. D.N.I 160MM Y SILLA DE EMPATE (INCL. EXCAV. Y RELLENO) | u | 258,79 | 10 | 2587,90 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,09 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 49 | 58,80 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 877 | 315,81 |
| | POZO REVISION H.S. H=1.76-2.25M (TAPA CERCO H.DUCTIL Y PELDAÑOS) | u | 754,98 | 1 | 754,98 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 49 | 644,84 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 98 | 189,14 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 235,61 |
| | TOTAL | | | | 8089,15 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a reemplazo |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|
| | Zanja abierta | 12824,08 | 80 | 12824,08 | |
| | CIPP | 67348,63 | 40 | 78795,60 | 614 |
| | Reparación puntual | 3134,55 | 80 | 3134,55 | 24 |
| | Pipe Bursting | 8089,15 | 80 | 8089,15 | 63 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 3.2 | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 28,50 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| | | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,40 | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Calif. Estructural | 1 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | Prof media a conex (m) | 1,10 |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 26 | 249,45 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 35 | 239,75 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 46 | 440,73 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 48 | 94,08 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 29 | 237,98 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 29 | 40,19 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 29 | 792,59 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 1 | 24,31 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 18 | 109,31 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 18 | 718,53 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 26 | 31,41 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 35 | 1138,50 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 29 | 15,39 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 458 | 164,76 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 143 | 275,03 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 141,05 |
| TOTAL | | | | | 4842,64 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 57 | 48,45 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 57 | 276,45 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 1 | 1718,73 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN350mm e= 6.0mm | m | 556,89 | 29 | 15871,37 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 2 | 273,90 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 1 | 91,73 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 29 | 15,39 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 549,90 |
| | TOTAL | | | | 18879,87 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 29 | 24,23 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | |
| TOTAL | | | | | 24,23 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 4842,64 | 80 | 4842,64 | |
| | CIPP | 18879,87 | 40 | 22088,81 | 456 |
| | Reparación puntual | 24,23 | - | 24,23 | 1 |

| | | | | | |
|---|--|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 74.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 50,80 | | | | |
| Conexiones | 9 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 5 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 1,65 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 2,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | Prof media a conex (m) | 1,23 | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 81 | 774,79 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 116 | 788,50 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 151 | 1449,51 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 168 | 1046,07 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 48 | 94,08 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 54 | 208,98 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 51 | 321,56 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 105 | 147,77 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 54 | 517,86 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 51 | 1412,75 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 9 | 218,79 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 58 | 359,51 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 58 | 2363,17 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 81 | 97,56 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 105 | 3458,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 51 | 27,43 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1505 | 541,87 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 254 | 490,22 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 431,03 |
| | TOTAL | | | | 14798,70 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 14798,70 | 80 | 14798,70 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|--|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 168.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 46,20 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 1 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,35 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,58 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 39 | 375,96 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 89 | 606,00 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 116 | 1114,03 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 217 | 1354,95 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 48 | 94,08 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 46 | 292,45 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 52 | 73,60 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 46 | 1284,82 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 1 | 24,31 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 44 | 276,31 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 44 | 1816,23 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 39 | 47,34 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 52 | 1722,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 46 | 24,95 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1157 | 416,46 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 231 | 445,83 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 302,99 |
| | TOTAL | | | | 10402,52 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 10402,52 | 80 | 10402,52 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 86.1 | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|----------|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 48,20 | | | | |
| Conexiones | 3 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 3 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,40 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 51 | 481,74 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 92 | 629,65 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 120 | 1157,51 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 193 | 1203,07 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 18 | 69,66 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 48 | 267,99 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 66 | 93,34 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 18 | 172,62 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 48 | 1340,44 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 3 | 72,93 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 46 | 287,09 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 46 | 1887,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 51 | 60,66 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 66 | 2184,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 48 | 26,03 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1202 | 432,71 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 241 | 465,13 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 330,67 |
| | TOTAL | | | | 11352,91 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 11352,91 | 80 | 11352,91 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 67.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 46,20 | | | | |
| Conexiones | 7 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| | | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| | | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Prof. Excavación (m) | 1,93 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 2,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,37 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 66 | 628,41 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 108 | 737,39 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 141 | 1355,56 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 178 | 1112,79 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 42 | 162,54 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 46 | 292,45 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 88 | 124,36 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 42 | 402,78 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 46 | 1261,72 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 7 | 112,56 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 54 | 336,21 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 54 | 2210,00 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 66 | 79,13 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 88 | 2910,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 46 | 24,95 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1408 | 506,75 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 231 | 445,83 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 384,70 |
| | TOTAL | | | | 13208,13 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 92 | 78,54 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 92 | 448,14 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 5 | 818,10 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 7 | 12031,11 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 46 | 24534,51 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 14 | 1917,30 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 7 | 642,11 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 46 | 24,95 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1217,25 |
| | TOTAL | | | | 41792,29 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 16 | 150,57 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 22 | 152,26 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 29 | 279,90 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 8 | 48,17 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 8 | 15,68 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 18 | 69,66 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 2 | 12,66 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 20 | 28,20 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 18 | 172,62 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 2 | 54,62 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 3 | 48,24 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 4 | 28,56 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 11 | 46,73 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 11 | 69,42 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 16 | 18,96 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 20 | 660,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 15 | 85,74 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 32 | 60,99 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 60,50 |
| | TOTAL | | | | 2077,14 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 13208,13 | 80 | 13208,13 | |
| | CIPP | 41792,29 | 40 | 48895,56 | 370 |
| | Reparación puntual | 2077,14 | 80 | 2077,14 | 16 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 59.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 45,80 | | | | |
| Conexiones | 7 | Conexiones penetrantes | 7 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,80 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,85 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,30 | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 73 | 691,21 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 114 | 774,66 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 148 | 1424,09 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 165 | 1028,85 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 42 | 162,54 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 46 | 465,33 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 88 | 123,80 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 42 | 402,78 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 450MM (MAT.TRAN.INST) | m | 46,34 | 46 | 2122,37 |
| | SILLA YEE 450 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 27,28 | 7 | 190,96 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 57 | 353,21 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 57 | 2321,72 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 73 | 87,04 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 88 | 2897,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 46 | 24,73 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1479 | 532,37 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 229 | 441,97 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 427,05 |
| | TOTAL | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 14662,03 | 80 | 14662,03 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 58.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 17,20 | | | | |
| Conexiones | 5 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,95 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,85 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,38 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 39 | 368,05 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 62 | 418,88 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 80 | 770,03 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 67 | 418,58 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 30 | 116,10 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 17 | 174,75 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 47 | 66,55 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 30 | 287,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 450MM (MAT.TRAN.INST) | m | 46,34 | 17 | 797,05 |
| | SILLA YEE 450 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 27,28 | 5 | 136,40 |
| | EMPATE A COLECTOR MORTERO 1:3 | u | 10,75 | 1 | 10,75 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 1 | 10,76 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 31 | 190,99 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 31 | 1255,40 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 39 | 46,34 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 47 | 1557,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 17 | 9,29 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 800 | 287,86 |
| | DESALOJO MATERIALES SOBRANTES (VOLQUETA Y MANO DE OBRA) | hora | 31,06 | | 0,00 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 86 | 165,98 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 215,61 |
| | TOTAL | | | | 7402,54 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 7402,54 | 80 | 7402,54 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 60.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 57,80 | | | | |
| Conexiones | 5 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,80 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,30 |
| Calif. Operacional | 4 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 70 | 669,39 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 114 | 779,28 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 149 | 1432,57 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 208 | 1298,42 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 30 | 116,10 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 58 | 587,25 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 88 | 123,80 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 30 | 287,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 450MM (MAT.TRAN.INST) | m | 46,34 | 58 | 2678,45 |
| | SILLA YEE 450 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 27,28 | 5 | 136,40 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 57 | 355,31 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 57 | 2335,56 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 70 | 84,29 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 88 | 2897,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 58 | 31,21 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1488 | 535,54 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 289 | 557,77 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 452,89 |
| | TOTAL | | | | 15549,29 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 15549,29 | 80 | 15549,29 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 63.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 8,10 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 1 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,70 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,25 | | |
| Calif. Operacional | 0 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 11 | 107,50 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 17 | 115,88 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 22 | 213,02 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 28 | 171,85 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 8 | 67,64 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 14 | 19,88 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 8 | 371,95 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 1 | 25,88 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 9 | 52,83 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 9 | 347,30 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 11 | 13,54 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 14 | 465,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 8 | 4,37 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 221 | 79,63 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 41 | 78,17 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 70,05 |
| | TOTAL | | | | 2404,95 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 2404,95 | 80 | 2404,95 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 64.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 44,90 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 1 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,55 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,18 | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 55 | 525,29 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 78 | 532,79 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 102 | 979,44 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 139 | 868,55 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 45 | 374,92 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 69 | 97,15 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 45 | 2061,81 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 4 | 103,52 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 39 | 242,92 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 39 | 1596,80 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 55 | 66,14 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 69 | 2273,70 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 45 | 24,25 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1017 | 366,14 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 225 | 433,29 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 331,79 |
| | TOTAL | | | | 11391,48 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 11391,48 | 80 | 11391,48 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 66.1

| | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 300 | | |
| Longitud (m) | 59,00 | | |
| Conexiones | 7 | Conexiones penetrantes | 3 |
| | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,93 | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,37 |
| Calif. Operacional | 3 | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 78 | 741,91 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 131 | 893,92 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 171 | 1643,33 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 228 | 1421,10 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 42 | 162,54 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 59 | 373,47 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 101 | 142,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 42 | 402,78 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 59 | 1640,79 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 7 | 170,17 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 66 | 407,58 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 66 | 2679,15 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 78 | 93,42 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 101 | 3333,00 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 59 | 31,86 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1706 | 614,33 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 295 | 569,35 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 465,33 |
| | TOTAL | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 15976,40 | 80 | 15976,40 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 68.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 58,80 | | | | |
| Conexiones | 10 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 7 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 2,23 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | Prof media a conex (m) | 1,52 | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 92 | 877,71 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 171 | 1164,94 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 222 | 2141,54 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 262 | 1636,43 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 60 | 232,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 59 | 372,20 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 119 | 167,51 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 60 | 575,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 59 | 1635,23 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 10 | 243,10 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 86 | 531,15 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 86 | 3491,40 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 92 | 110,52 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 119 | 3920,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 59 | 31,75 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2224 | 800,57 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 294 | 567,42 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 560,68 |
| | TOTAL | | | | 19250,11 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 19250,11 | 80 | 19250,11 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 69.1 | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|----------|
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 58,80 | | | | |
| Conexiones | 9 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 6 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,25 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,53 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 87 | 831,97 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 165 | 1124,37 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 215 | 2066,95 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 265 | 1651,10 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 54 | 208,98 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 59 | 372,20 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 113 | 159,05 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 54 | 517,86 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 59 | 1635,23 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 9 | 218,79 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 83 | 512,65 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 83 | 3369,79 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 87 | 104,76 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 113 | 3722,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 59 | 31,75 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2146 | 772,69 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 294 | 567,42 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 541,74 |
| | TOTAL | | | | 18599,66 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 18599,66 | 80 | 18599,66 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 70.1 | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|----------|
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 64,20 | | | | |
| Conexiones | 9 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 7 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,10 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,45 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 95 | 901,16 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 170 | 1161,08 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 222 | 2134,44 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 270 | 1682,55 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 54 | 208,98 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 64 | 536,07 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 64 | 90,52 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 54 | 517,86 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 64 | 2948,06 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 9 | 232,92 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 85 | 529,39 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 85 | 3479,82 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 95 | 113,47 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 118 | 3900,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 64 | 34,67 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2216 | 797,92 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 321 | 619,53 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 602,37 |
| | TOTAL | | | | 20681,38 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 20681,38 | 80 | 20681,38 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 88.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 55,10 | | | | |
| Conexiones | 8 | Conexiones penetrantes | 8 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,15 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 4,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,48 | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 82 | 786,03 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 151 | 1031,12 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 197 | 1895,53 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 237 | 1478,44 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 48 | 185,76 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 55 | 306,36 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 103 | 145,37 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 48 | 460,32 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 55 | 2530,19 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 8 | 207,04 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 76 | 470,13 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 76 | 3090,32 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 151 | 181,69 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 103 | 3402,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 55 | 29,75 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1968 | 708,61 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 276 | 531,72 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 528,92 |
| | TOTAL | | | | 18159,56 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 18159,56 | 80 | 18159,56 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|---------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 90.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 20,10 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,85 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 16 | 153,24 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 46 | 452,32 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 60 | 573,72 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 115 | 714,92 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 40 | 78,40 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 20 | 111,76 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 20 | 28,34 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 20 | 922,99 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 23 | 142,30 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 23 | 935,35 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 16 | 19,30 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 20 | 663,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 20 | 10,85 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 596 | 214,48 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 101 | 193,97 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 157,92 |
| | TOTAL | | | | 5421,99 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 5421,99 | 80 | 5421,99 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|---------------------------|------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 94.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 31,70 | | | | |
| Conexiones | 8 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,85 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 2,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 7 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| | | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| | | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| | | Prof media a conex (m) | 1,83 | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 64 | 607,63 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 70 | 477,24 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 72 | 713,36 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 185 | 1782,15 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 181 | 1127,51 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 40 | 78,40 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 48 | 185,76 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 32 | 176,25 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 80 | 112,38 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 48 | 460,32 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 32 | 1455,66 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 8 | 207,04 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 71 | 442,02 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 71 | 2905,49 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 64 | 76,51 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 80 | 2630,10 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 32 | 17,12 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1851 | 666,23 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 159 | 305,91 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 434,28 |
| | TOTAL | | | | 14910,20 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 14910,20 | 80 | 14910,20 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 82.1 | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|----------|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 54,80 | | | | |
| Conexiones | 7 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,90 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,35 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 77 | 738,00 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 129 | 876,15 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 167 | 1610,64 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 208 | 1299,42 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 42 | 162,54 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 55 | 304,69 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 97 | 136,49 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 42 | 402,78 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 55 | 2516,42 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 7 | 181,16 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 64 | 399,48 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 64 | 2625,87 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 77 | 92,93 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 97 | 3194,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 55 | 29,59 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1673 | 602,11 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 274 | 528,82 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 476,74 |
| | TOTAL | | | | 16368,18 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 16368,18 | 80 | 16368,18 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 95.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 50,80 | | | | |
| Conexiones | 7 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 5 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 2,10 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 12,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | Prof media a conex (m) | 1,45 | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 74 | 707,51 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 134 | 912,98 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 174 | 1678,35 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 213 | 1331,37 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 42 | 162,54 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 51 | 282,45 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 93 | 130,85 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 42 | 402,78 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 51 | 2332,74 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 7 | 181,16 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 67 | 416,27 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 67 | 2736,25 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 74 | 89,09 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 93 | 3062,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 51 | 27,43 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1743 | 627,42 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 254 | 490,22 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 472,85 |
| | TOTAL | | | | 16234,60 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 16234,60 | 80 | 16234,60 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|---------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 83.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 23,30 | | | | |
| Conexiones | 3 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 3 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,15 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,48 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 32 | 303,77 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 59 | 400,50 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 76 | 736,26 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 100 | 625,19 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 40 | 78,40 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 18 | 69,66 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 23 | 147,49 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 41 | 58,23 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 18 | 172,62 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 23 | 647,97 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 3 | 72,93 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 29 | 182,61 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 29 | 1200,34 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 32 | 38,25 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 41 | 1362,90 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 23 | 12,58 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 765 | 275,24 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 117 | 224,85 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 199,76 |
| | TOTAL | | | | 6858,38 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 6858,38 | 80 | 6858,38 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 72.1 | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|----------|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 97,70 | | | | |
| Conexiones | 15 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 10 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,20 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 5,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,50 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 150 | 1431,02 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 280 | 1906,47 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 364 | 3504,72 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 430 | 2682,45 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 90 | 348,30 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 98 | 543,21 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 188 | 264,66 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 90 | 863,10 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 98 | 4486,38 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 15 | 388,20 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 140 | 869,25 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 140 | 5713,82 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 150 | 180,19 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 188 | 6194,10 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 98 | 52,76 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 3639 | 1310,18 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 489 | 942,81 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 957,56 |
| | TOTAL | | | | 32876,18 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 32876,18 | 80 | 32876,18 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 84.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 25,60 | | | | |
| Conexiones | 3 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 2 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,15 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,48 | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 34 | 320,21 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 63 | 425,76 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 81 | 782,69 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 110 | 686,90 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 48 | 94,08 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 18 | 69,66 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 26 | 162,05 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 44 | 61,48 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 18 | 172,62 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 26 | 711,94 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 3 | 72,93 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 31 | 194,12 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 31 | 1276,03 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 34 | 40,32 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 44 | 1438,80 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 26 | 13,82 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 813 | 292,59 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 128 | 247,04 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 213,36 |
| | TOTAL | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 7325,24 | 80 | 7325,24 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 73.1 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 51,20 | | | | |
| Conexiones | 7 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,05 | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Calif. Estructural | 2 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | Prof media a conex (m) | 1,43 |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 67 | 637,37 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 116 | 790,67 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 151 | 1453,51 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 210 | 1309,90 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 42 | 162,54 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 51 | 284,67 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 93 | 131,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 42 | 402,78 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 51 | 916,99 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 7 | 131,18 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 58 | 360,50 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 58 | 2369,68 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 67 | 80,26 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 93 | 3075,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 51 | 27,65 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1509 | 543,37 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 256 | 494,08 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 400,86 |
| | TOTAL | | | | 13762,98 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 102 | 87,04 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 102 | 496,64 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 5 | 818,10 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 10 | 57,90 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 7 | 12031,11 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 51 | 27230,21 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 14 | 1917,30 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 7 | 642,11 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 51 | 27,65 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1300,60 |
| | TOTAL | | | | 44653,94 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 6,19 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 9,07 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 2 | 16,68 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 4 | 25,58 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 6 | 11,76 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 1 | 5,56 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 1 | 17,91 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,78 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 4,14 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 0,78 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 1 | 33,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 1 | 5,11 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 1 | 2,51 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 5,11 |
| | TOTAL | | | | 175,55 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 13762,98 | 80 | 13762,98 | |
| | CIPP | 44653,94 | 40 | 52243,59 | 380 |
| | Reparación puntual | 175,55 | 80 | 175,55 | 1 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 81.1 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 450 | | | | |
| Longitud (m) | 58,10 | | | | |
| Conexiones | 3 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 1 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| | | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| | | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Prof. Excavación (m) | 2,00 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,85 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,40 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 64 | 607,87 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 119 | 809,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 155 | 1488,88 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 232 | 1450,18 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 18 | 69,66 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 450mm | m | 7,20 | 58 | 418,32 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 76 | 107,30 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 18 | 172,62 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 450MM (MAT.TRAN.INST) | m | 46,34 | 58 | 2692,35 |
| | SILLA YEE 450 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 27,28 | 3 | 81,84 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 59 | 369,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 59 | 2427,36 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 64 | 76,54 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 76 | 2511,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 58 | 31,37 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1546 | 556,59 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 291 | 560,67 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 438,66 |
| | TOTAL | | | | 15060,67 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 116 | 98,77 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 116 | 563,57 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 1 | 163,62 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 3 | 5156,19 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN450mm e= 10.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 776,47 | 58 | 45112,91 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 6 | 821,70 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 3 | 275,19 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 58 | 31,37 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1569,45 |
| | TOTAL | | | | 53884,37 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 6 | 53,84 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 8 | 57,34 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 11 | 105,41 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 4 | 24,96 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 10 | 19,60 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 450mm | m | 7,20 | 1 | 7,20 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 450MM (MAT.TRAN.INST) | m | 46,34 | 1 | 46,34 |
| | SILLA YEE 450 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 27,28 | 1 | 27,28 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 4 | 17,60 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 4 | 26,14 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 6 | 6,78 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 7 | 231,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 5 | 32,29 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 11 | 21,81 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 23,63 |
| | TOTAL | | | | 811,34 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 15060,67 | 80 | 15060,67 | |
| | CIPP | 53884,37 | 40 | 63042,88 | 419 |
| | Reparación puntual | 811,34 | 80 | 811,34 | 5 |

| | | | | | |
|---|--|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 39.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 136,90 | | | | |
| Conexiones | 26 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 13 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 2,45 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | Prof media a conex (m) | 1,63 | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 234 | 2233,07 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 471 | 3208,35 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 612 | 5898,00 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 671 | 4185,85 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 100 | 196,00 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 156 | 603,72 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 137 | 1143,12 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 293 | 412,99 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 156 | 1496,04 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 137 | 6286,45 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 26 | 672,88 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 236 | 1462,84 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 236 | 9615,64 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 234 | 281,18 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 293 | 9665,70 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 137 | 73,93 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 6125 | 2204,86 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 685 | 1321,09 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1530,32 |
| | TOTAL | | | | 52540,86 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 52540,86 | 80 | 52540,86 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 39.2

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 44,30 | | | | |
| Conexiones | 2 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 1 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,95 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,88 | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 38 | 365,90 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 18 | 122,58 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 113 | 1117,93 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 171 | 1643,31 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 261 | 1630,95 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 44 | 201,12 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 56 | 79,38 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 44 | 793,41 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 2 | 37,48 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 66 | 407,58 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 66 | 2679,12 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 38 | 46,07 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 56 | 1857,90 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 44 | 23,92 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1706 | 614,32 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 222 | 427,50 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 372,00 |
| | TOTAL | | | | 12771,96 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 12771,96 | 80 | 12771,96 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 157.1 | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 48,20 | | | | |
| Conexiones | 10 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 4 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,50 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,65 |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 82 | 778,98 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 164 | 1113,78 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 213 | 2047,48 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 241 | 1503,84 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 60 | 232,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 48 | 305,11 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 108 | 152,56 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 60 | 575,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 48 | 1316,34 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 10 | 160,80 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 82 | 507,82 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 82 | 3338,06 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 34 | 40,49 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 48 | 1590,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 48 | 26,03 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2126 | 765,41 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 241 | 465,13 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 453,30 |
| | TOTAL | | | | 15563,29 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 96 | 81,94 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 96 | 467,54 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 4 | 654,48 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 10 | 57,90 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 10 | 17187,30 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 48 | 25596,61 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 20 | 2739,00 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 10 | 917,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 48 | 26,03 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1433,20 |
| | TOTAL | | | | 49206,58 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 6,67 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 2 | 11,92 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 2 | 21,91 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 5 | 31,20 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 6 | 11,76 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 1 | 6,33 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 1 | 27,31 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 3,66 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 5,43 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 0,84 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 1 | 33,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 1 | 6,71 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 1 | 2,70 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 5,96 |
| | TOTAL | | | | 204,75 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 15563,29 | 80 | 15563,29 | |
| | CIPP | 49206,58 | 40 | 57570,02 | 370 |
| | Reparación puntual | 204,75 | 80 | 204,75 | 1 |

| | | | | | |
|--|--------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 113.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 157,30 | | | | |
| Conexiones | 9 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 6 |
| | | | | Conexiones a reparar | 1 |
| Prof. Excavación (m) | 3,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,85 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,90 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 177 | 1685,90 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 82 | 558,96 |
| | EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 2,48 | 531 | 1316,17 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 797 | 7671,58 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 944 | 5889,31 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 54 | 208,98 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 157 | 1598,17 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 211 | 297,93 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 54 | 517,86 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 450MM (MAT.TRAN.INST) | m | 46,34 | 157 | 7289,28 |
| | SILLA YEE 450 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 27,28 | 9 | 245,52 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 306 | 1902,73 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 306 | 12507,15 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 177 | 212,29 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 211 | 6972,90 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 157 | 84,94 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 7966 | 2867,88 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 787 | 1517,95 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1607,48 |
| | TOTAL | | | | 55189,98 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 55189,98 | 80 | 55189,98 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 125.2 | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 63,10 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 1 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,05 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,43 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 55 | 526,82 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 110 | 751,31 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 143 | 1381,15 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 259 | 1614,35 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 63 | 641,10 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 69 | 97,43 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 63 | 2897,55 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 1 | 25,88 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 55 | 342,56 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 55 | 2251,71 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 55 | 66,34 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 69 | 2280,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 63 | 34,07 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1434 | 516,32 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 316 | 608,92 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 429,20 |
| | TOTAL | | | | 14735,71 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 126 | 107,27 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 126 | 612,07 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 1 | 163,62 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 3 | 17,37 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 1 | 1718,73 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN400mm e= 8.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 631,52 | 63 | 39848,91 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 2 | 273,90 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 1 | 91,73 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 63 | 34,07 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1287,39 |
| | TOTAL | | | | 44200,34 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 14735,71 | 80 | 14735,71 | |
| | CIPP | 44200,34 | 40 | 51712,90 | 351 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 149.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 48,90 | | | | |
| Conexiones | 2 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 2 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,15 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,48 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 41 | 394,40 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 82 | 561,81 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 107 | 1032,79 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 210 | 1312,08 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 49 | 271,88 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 61 | 85,87 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 49 | 875,80 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 2 | 37,48 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 41 | 256,16 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 41 | 1683,78 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 41 | 49,66 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 61 | 2009,70 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 49 | 26,41 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1072 | 386,09 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 245 | 471,89 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 294,22 |
| | TOTAL | | | | 10101,49 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 98 | 83,13 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 98 | 474,33 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 2 | 327,24 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 3 | 17,37 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 2 | 3437,46 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 49 | 26006,98 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 4 | 547,80 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 2 | 183,46 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 49 | 26,41 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 934,48 |
| | TOTAL | | | | 32083,94 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 10101,49 | 80 | 10101,49 | |
| | CIPP | 32083,94 | 40 | 37537,11 | 372 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|---------------------------|------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 91.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 49,20 | | | | |
| Conexiones | 2 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,20 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 1 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| | | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| | | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| | | Prof media a conex (m) | 1,50 | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 49 | 466,59 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 101 | 687,76 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 131 | 1264,32 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 216 | 1350,84 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 49 | 499,87 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 61 | 86,29 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 49 | 2259,26 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 2 | 51,76 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 50 | 313,58 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 50 | 2061,25 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 49 | 58,75 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 61 | 2019,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 49 | 26,57 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1313 | 472,64 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 246 | 474,78 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 373,36 |
| | TOTAL | | | | 12818,70 |
| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 98 | 83,64 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 98 | 477,24 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 1 | 163,62 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 5 | 28,95 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 2 | 3437,46 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN400mm e= 8.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 631,52 | 49 | 31070,78 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 4 | 547,80 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 2 | 183,46 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 49 | 26,57 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1081,94 |
| | TOTAL | | | | 37146,75 |
| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 49 | 41,82 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1,25 |
| | TOTAL | | | | 43,07 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 12818,70 | 80 | 12818,70 | |
| | CIPP | 37146,75 | 40 | 43460,43 | 339 |
| | Reparación puntual | 43,07 | - | 43,07 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 72.2 | | | | | |
|---|-------|--|---------------------------|------|--|
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 58,40 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 4 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 2,10 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | Prof media a conex (m) | 1,45 | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 66 | 628,22 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 126 | 857,73 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 164 | 1576,79 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 245 | 1530,55 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 58 | 593,34 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 82 | 116,18 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 58 | 2681,73 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 4 | 103,52 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 63 | 391,08 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 63 | 2570,68 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 66 | 79,10 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 82 | 2719,20 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 58 | 31,54 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1637 | 589,46 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 292 | 563,56 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 466,37 |
| | TOTAL | | | | 16012,05 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 117 | 99,28 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 117 | 566,48 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 4 | 654,48 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 5 | 28,95 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 4 | 6874,92 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN400mm e= 8.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 631,52 | 58 | 36880,77 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 8 | 1095,60 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 4 | 366,92 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 58 | 31,54 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1399,33 |
| | TOTAL | | | | 48043,54 |
| | | | | | |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 16012,05 | 80 | 16012,05 | |
| | CIPP | 48043,54 | 40 | 56209,31 | 351 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 114.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 500 | | | | |
| Longitud (m) | 74,50 | | | | |
| Conexiones | 13 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 9 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,65 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,95 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | Prof media a conex (m) | 1,73 | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 133 | 1269,16 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 295 | 2010,27 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 384 | 3695,53 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 395 | 2463,86 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 78 | 301,86 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 75 | 689,87 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 153 | 215,03 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 78 | 748,02 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 550MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,79 | 75 | 5348,36 |
| | SILLA YEE 550 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 30,46 | 13 | 395,98 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 148 | 916,58 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 148 | 6024,90 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 133 | 159,81 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 153 | 5032,50 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 75 | 40,23 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 3838 | 1381,51 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 373 | 718,93 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 948,07 |
| | TOTAL | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 32550,41 | 80 | 32550,41 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 109.1 | | | | | |
|--|--|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 84,20 | | | | |
| Conexiones | 10 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 8 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 3,25 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,95 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 2,03 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 128 | 1219,74 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 97 | 661,93 |
| | EXCAVACION ZANJA A MAQUINA H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 2,48 | 260 | 644,72 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 464 | 4471,38 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 547 | 3415,15 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 60 | 232,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 84 | 855,47 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 144 | 203,32 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 60 | 575,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 550MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,79 | 84 | 6044,72 |
| | SILLA YEE 550 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 30,46 | 10 | 304,60 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 179 | 1109,01 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 179 | 7289,79 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 128 | 153,59 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 144 | 4758,60 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 84 | 45,47 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 4643 | 1671,54 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 421 | 812,53 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1039,77 |
| | TOTAL | | | | 35698,90 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 35698,90 | 80 | 35698,90 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 116.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 50,00 | | | | |
| Conexiones | 8 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 7 |
| | | | | Conexiones a reparar | 3 |
| | | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| | | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Prof. Excavación (m) | 1,90 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,35 |
| Calif. Operacional | 4 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | DESEMPEDRADO | m2 | 1,76 | 73 | 129,18 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 118 | 805,90 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 154 | 1481,50 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 190 | 1185,60 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 48 | 185,76 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 50 | 316,50 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 98 | 138,18 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 48 | 460,32 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 50 | 1365,50 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 8 | 128,64 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 59 | 367,45 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 59 | 2415,32 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 73 | 88,08 |
| | EMPEDRADO (INCLUYE MATERIAL) | m2 | 8,97 | 73 | 658,40 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 50 | 27,00 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1538 | 553,83 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 250 | 482,50 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 329,39 |
| | TOTAL | | | | 11309,00 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 100 | 85,00 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 100 | 485,00 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 7 | 1145,34 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 10 | 57,90 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 8 | 13749,84 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 50 | 26552,50 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 16 | 2191,20 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 8 | 733,84 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 50 | 27,00 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1352,19 |
| | TOTAL | | | | 46425,09 |
| | | | | | |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESEMPEDRADO | m2 | 1,76 | 14 | 25,34 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 19 | 132,39 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 25 | 243,37 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 17 | 106,70 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 8 | 15,68 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 18 | 69,66 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 18 | 25,38 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 18 | 172,62 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 3 | 48,24 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 6 | 42,84 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 10 | 40,63 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 10 | 60,36 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 14 | 17,28 |
| | REEMPEDRADO (MAT. EXISTENTE) | m2 | 4,77 | 14 | 68,69 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 13 | 74,55 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 29 | 55,58 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 36,39 |
| | TOTAL | | | | 1249,37 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 11309,00 | 80 | 11309,00 | |
| | CIPP | 46425,09 | 40 | 54315,77 | 480 |
| | Reparación puntual | 1249,37 | 80 | 1249,37 | 11 |

| | | | | | |
|---|--|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 62.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 48,10 | | | | |
| Conexiones | 10 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 7 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,85 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,33 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 86 | 824,15 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 135 | 917,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 175 | 1687,41 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 178 | 1110,53 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 60 | 232,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 48 | 401,64 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 108 | 152,42 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 60 | 575,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 48 | 2208,75 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 10 | 258,80 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 67 | 418,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 67 | 2751,02 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 86 | 103,78 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 108 | 3567,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 48 | 25,97 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1752 | 630,81 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 241 | 464,17 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 495,62 |
| | TOTAL | | | | 17016,36 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 17016,36 | 80 | 17016,36 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 159.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 45,40 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 3 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,25 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,53 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 54 | 509,95 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 96 | 651,56 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 124 | 1197,79 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 204 | 1274,83 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 45 | 252,42 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 69 | 97,85 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 45 | 813,11 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 4 | 74,96 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 48 | 297,08 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 48 | 1952,78 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 54 | 64,21 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 69 | 2290,20 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 45 | 24,52 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1244 | 447,77 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 227 | 438,11 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 327,00 |
| | TOTAL | | | | 11227,15 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 91 | 77,18 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 91 | 440,38 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 3 | 490,86 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 4 | 6874,92 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 45 | 24145,54 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 8 | 1095,60 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 4 | 366,92 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 45 | 24,52 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1008,23 |
| | TOTAL | | | | 34615,74 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 11227,15 | 80 | 11227,15 | |
| | CIPP | 34615,74 | 40 | 40499,23 | 361 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 160.1 | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 55,30 | | | | |
| Conexiones | 5 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,95 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,38 |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 63 | 597,63 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 108 | 738,78 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 141 | 1358,12 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 216 | 1345,78 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 30 | 116,10 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 55 | 350,05 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 85 | 120,27 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 30 | 287,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 55 | 1510,24 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 5 | 80,40 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 54 | 336,84 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 54 | 2214,17 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 63 | 75,25 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 85 | 2814,90 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 55 | 29,86 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1410 | 507,71 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 277 | 533,65 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 396,22 |
| | TOTAL | | | | 13603,63 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 111 | 94,01 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 111 | 536,41 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 5 | 818,10 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 5 | 8593,65 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 55 | 29367,07 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 10 | 1369,50 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 5 | 458,65 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 55 | 29,86 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1240,77 |
| | TOTAL | | | | 42599,61 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 13603,63 | 80 | 13603,63 | |
| | CIPP | 42599,61 | 40 | 49840,10 | 366 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 158.2 | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 45,60 | | | | |
| Conexiones | 2 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 2 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| | | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| | | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Prof. Excavación (m) | 2,30 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,55 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 37 | 352,23 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 78 | 529,87 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 101 | 974,08 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 210 | 1308,90 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 46 | 207,02 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 58 | 81,22 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 46 | 708,62 |
| | SILLA YEE 200 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 17,75 | 2 | 35,50 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 39 | 241,59 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 39 | 1588,06 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 37 | 44,35 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 58 | 1900,80 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1012 | 364,14 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 228 | 440,04 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 273,84 |
| | TOTAL | | | | 9401,75 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 91 | 77,52 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 91 | 442,32 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 2 | 327,24 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 4 | 23,16 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 2 | 3437,46 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN200mm e= 4.5mm (Totalmente Deteriorada) | m | 721,59 | 46 | 32904,50 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 4 | 547,80 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 2 | 183,46 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 46 | 24,62 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1140,40 |
| | TOTAL | | | | 39153,77 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 5,72 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 9,40 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 2 | 17,28 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 5 | 28,70 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 5 | 9,80 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 1 | 4,54 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 1 | 15,54 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 1 | 10,76 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 1 | 7,14 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,88 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 4,28 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 0,72 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 1 | 33,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 1 | 5,29 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 1 | 2,32 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 5,17 |
| | TOTAL | | | | 177,62 |

| PIPE BURSTING | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|---|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 11 | 101,02 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 6,81 |
| | DERROCAMIENTO POZO MAMPOSTERIA LADRILLO (INCL. ELEVADOR) | m3 | 36,91 | 1 | 36,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 22 | 208,43 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 4") | hora | 1,54 | 5 | 7,70 |
| | INSTALACIÓN POR PIPE BURSTING DE TUBERÍA DE 200mm DE PEAD (INCLUYE MATERIAL, TRANSPORTE E INSTALACIÓN) | m | 38,11 | 46 | 1737,82 |
| | ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO (CON CAJA Y TAPA PREFABRICADA) TUBERIA PLASTICA ALCANT. D.N.I 160MM Y SILLA DE EMPATE (INCL. EXCAV. Y RELLENO) | u | 258,79 | 2 | 517,58 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,09 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 11 | 12,72 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 207 | 74,68 |
| | POZO REVISION H.S. H=2.26-2.75M (TAPA CERCO H.DUCTIL Y PELDAÑOS) | u | 810,20 | 1 | 810,20 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 13 | 429,00 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 2 | 3,86 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 119,20 |
| | TOTAL | | | | 4092,64 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a reemplazo |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|
| | Zanja abierta | 9401,75 | 80 | 9401,75 | |
| | CIPP | 39153,77 | 40 | 45808,58 | 487 |
| | Reparación puntual | 177,62 | 80 | 177,62 | 2 |
| | Pipe Bursting | 4092,64 | 80 | 4092,64 | 44 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 11.1 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|-----|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 30,70 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,97 | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Calif. Estructural | 1 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Calif. Operacional | 5 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 18 | 37,76 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 36 | 247,12 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 47 | 454,28 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 121 | 754,78 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 20 | 39,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 31 | 139,38 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 31 | 43,29 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 31 | 477,08 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 18 | 112,67 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 18 | 740,63 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 18 | 22,10 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 18 | 242,41 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 472 | 169,83 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 154 | 296,26 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 114,77 |
| TOTAL | | | | | 3940,38 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|-------|---|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 61 | 52,19 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 61 | 297,79 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN200mm e= 4.5mm (Totalmente Deteriorada) | m | 721,59 | 31 | 22152,81 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 676,44 |
| TOTAL | | | | | 23224,52 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 31 | 26,10 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,78 |
| TOTAL | | | | | 26,88 |

| PIPE BURSTING | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 1 | 2,05 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 6,81 |
| | DERROCAMIENTO POZO MAMPOSTERIA LADRILLO (INCL. ELEVADOR) | m3 | 36,91 | 1 | 36,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 2 | 22,15 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 4") | hora | 1,54 | 3 | 4,62 |
| | INSTALACIÓN POR PIPE BURSTING DE TUBERÍA DE 200mm DE PEAD (INCLUYE MATERIAL, TRANSPORTE E INSTALACIÓN) | m | 38,11 | 31 | 1169,98 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,09 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 1,20 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 2 | 9,74 |
| | POZO REVISION H.S. H=1.76-2.25M (TAPA CERCO H.DUCTIL Y PELDAÑOS) | u | 754,98 | 1 | 754,98 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 1 | 13,16 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 2 | 3,86 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 61,56 |
| TOTAL | | | | | 2113,73 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a reemplazo |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|
| | Zanja abierta | 3940,38 | 80 | 3940,38 | |
| | CIPP | 23224,52 | 40 | 27171,89 | 690 |
| | Reparación puntual | 26,88 | - | 26,88 | 1 |
| | Pipe Bursting | 2113,73 | 80 | 2113,73 | 54 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 14.1 | | | | | |
|---|--------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 144,30 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,40 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,10 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 91 | 187,33 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 126 | 861,41 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 164 | 1583,55 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 404 | 2521,21 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 100 | 196,00 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 144 | 655,12 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 150 | 211,92 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 144 | 2242,42 |
| | SILLA YEE 200 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 17,75 | 1 | 17,75 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 63 | 392,76 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 63 | 2581,70 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 91 | 109,66 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 91 | 1202,56 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1644 | 591,98 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 722 | 1392,50 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 446,32 |
| | TOTAL | | | | 15323,80 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|-----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 289 | 245,31 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 289 | 1399,71 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 4 | 23,16 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 1 | 1718,73 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN200mm e= 4.5mm (Totalmente Deteriorada) | m | 721,59 | 144 | 104125,44 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 2 | 273,90 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 1 | 91,73 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 3237,70 |
| | TOTAL | | | | 111160,95 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 1 | 1,23 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 5,72 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 1 | 10,52 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 3 | 17,47 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 5 | 9,80 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 1 | 4,54 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 1 | 15,54 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 0 | 1,76 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 0 | 2,61 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 0,72 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 1 | 7,90 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 1 | 3,22 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 16,39 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 1 | 1,93 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 3,45 |
| | TOTAL | | | | 118,48 |

| PIPE BURSTING | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|---|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 6 | 11,89 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 6,81 |
| | DERROCAMIENTO POZO MAMPOSTERIA LADRILLO (INCL. ELEVADOR) | m3 | 36,91 | 1 | 36,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 9 | 88,25 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 4") | hora | 1,54 | 15 | 23,10 |
| | INSTALACIÓN POR PIPE BURSTING DE TUBERÍA DE 200mm DE Pead (INCLUYE MATERIAL, TRANSPORTE E INSTALACIÓN) | m | 38,11 | 144 | 5499,27 |
| | ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO (CON CAJA Y TAPA PREFABRICADA) TUBERIA PLASTICA ALCANT. D.N.I 160MM Y SILLA DE EMPATE (INCL. EXCAV. Y RELLENO) | u | 258,79 | 1 | 258,79 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,09 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 6 | 6,96 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 83 | 29,75 |
| | POZO REVISION H.S. H=1.26-1.75M (TAPA CERCO H.DUCTIL Y PELDAÑOS) | u | 684,35 | 1 | 684,35 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 6 | 76,33 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 12 | 22,39 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 203,15 |
| | TOTAL | | | | 6974,66 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a reemplazo |
|---------------------|--------------------|-----------|------------------|-----------|------------------------|
| | Zanja abierta | 15323,80 | 80 | 15323,80 | |
| | CIPP | 111160,95 | 40 | 130054,53 | 849 |
| | Reparación puntual | 118,48 | 80 | 118,48 | 1 |
| | Pipe Bursting | 6974,66 | 80 | 6974,66 | 46 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 14.2 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 52,10 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 1 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,60 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 10,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 3 | | | Prof media a conex (m) | 1,20 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 50 | 103,44 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 73 | 497,51 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 95 | 914,59 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 167 | 1040,33 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 52 | 236,53 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 76 | 107,30 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 52 | 809,63 |
| | SILLA YEE 200 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 17,75 | 4 | 71,00 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 37 | 226,84 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 37 | 1491,07 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 50 | 60,55 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 50 | 664,05 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 950 | 341,90 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 261 | 502,77 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 227,42 |
| | TOTAL | | | | 7807,94 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 104 | 88,57 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 104 | 505,37 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 1 | 163,62 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 6 | 34,74 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 4 | 6874,92 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN200mm e= 4.5mm (Totalmente Deteriorada) | m | 721,59 | 52 | 37594,84 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 8 | 1095,60 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 4 | 366,92 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1403,10 |
| | TOTAL | | | | 48172,95 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 16 | 31,98 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 20 | 138,92 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 27 | 255,39 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 32 | 199,68 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 20 | 39,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 10 | 45,40 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 22 | 31,02 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 10 | 155,40 |
| | SILLA YEE 200 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 17,75 | 2 | 35,50 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 10 | 42,64 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 10 | 63,34 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 16 | 18,72 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 16 | 205,30 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 13 | 78,23 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 31 | 426,19 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 31 | 60,22 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 60,09 |
| | TOTAL | | | | 2063,02 |

| PIPE BURSTING | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|---|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 20 | 41,41 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 6,81 |
| | DERROCAMIENTO POZO MAMPOSTERIA LADRILLO (INCL. ELEVADOR) | m3 | 36,91 | 1 | 36,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 32 | 310,59 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 4") | hora | 1,54 | 5 | 7,70 |
| | INSTALACIÓN POR PIPE BURSTING DE TUBERÍA DE 200mm DE PEAD (INCLUYE MATERIAL, TRANSPORTE E INSTALACIÓN) | m | 38,11 | 52 | 1985,53 |
| | ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO (CON CAJA Y TAPA PREFABRICADA) TUBERIA PLASTICA ALCANT. D.N.I 160MM Y SILLA DE EMPATE (INCL. EXCAV. Y RELLENO) | u | 258,79 | 4 | 1035,16 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,09 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 20 | 24,24 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 314 | 112,87 |
| | POZO REVISION H.S. H=1.26-1.75M (TAPA CERCO H.DUCTIL Y PELDAÑOS) | u | 684,35 | 1 | 684,35 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 20 | 265,83 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 40 | 77,97 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 138,48 |
| | TOTAL | | | | 4754,57 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a reemplazo |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|
| | Zanja abierta | 7807,94 | 80 | 7807,94 | |
| | CIPP | 48172,95 | 40 | 56360,72 | 722 |
| | Reparación puntual | 2063,02 | 80 | 2063,02 | 26 |
| | Pipe Bursting | 4754,57 | 80 | 4754,57 | 61 |

| | | | | | |
|---|--|---------------------------|------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 16.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 47,30 | | | | |
| Conexiones | 6 | Conexiones penetrantes | | 3 | |
| | | Conexiones a reparar | | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 1,95 | Factor de esponjamiento | | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | Distancia de acarreo (km) | | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 4,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 3 | Prof media a conex (m) | | 1,38 | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 60 | 122,07 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 100 | 677,95 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 129 | 1246,30 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 184 | 1151,09 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 36 | 139,32 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 47 | 214,74 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 83 | 117,45 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 36 | 345,24 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 47 | 847,14 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 6 | 112,44 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 50 | 309,11 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 50 | 2031,87 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 60 | 71,45 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 60 | 783,61 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1294 | 465,91 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 237 | 456,45 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 278,46 |
| | TOTAL | | | | 9560,58 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 9560,58 | 80 | 9560,58 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 17.1

| | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|-----|
| Diámetro (mm) | 200 | | |
| Longitud (m) | 6,90 | | |
| Conexiones | 0 | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,55 | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | |
| Calif. Estructural | 1 | | |
| Calif. Operacional | 0 | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 4 | 9,19 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 11 | 77,88 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 15 | 143,18 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 35 | 219,59 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 7 | 31,33 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 7 | 9,73 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 7 | 123,58 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 6 | 35,51 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 6 | 233,42 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 4 | 5,38 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 4 | 59,02 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 149 | 53,52 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 35 | 66,59 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 35,62 |
| | TOTAL | | | | 1222,94 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 1222,94 | 80 | 1222,94 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 20.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 119,00 | | | | |
| Conexiones | 9 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 3 |
| | | | | Conexiones a reparar | 1 |
| Prof. Excavación (m) | 1,80 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,30 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 121 | 247,13 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 195 | 1330,61 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 254 | 2446,09 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 428 | 2673,22 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 54 | 208,98 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 119 | 540,26 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 173 | 243,93 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 54 | 517,86 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 119 | 2131,29 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 9 | 168,66 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 98 | 606,69 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 98 | 3987,91 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 121 | 144,66 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 121 | 990,92 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2540 | 914,43 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 595 | 1148,35 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 556,14 |
| | TOTAL | | | | 19094,11 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 19094,11 | 80 | 19094,11 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 125.1 | | | | | |
|--|-------|--|---------------------------|------|--|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 51,50 | | | | |
| Conexiones | 10 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,90 | | Conexiones penetrantes | 4 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Calif. Estructural | 2 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | Prof media a conex (m) | 1,35 | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 81 | 776,46 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 128 | 874,42 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 167 | 1607,47 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 196 | 1221,17 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 60 | 232,20 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 52 | 286,34 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 112 | 157,22 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 60 | 575,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 52 | 922,37 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 10 | 187,40 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 64 | 398,69 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 64 | 2620,70 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 81 | 97,77 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 112 | 3679,50 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 52 | 27,81 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1669 | 600,92 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 258 | 496,98 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 448,58 |
| | TOTAL | | | | 15401,34 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 103 | 87,55 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 103 | 499,55 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 4 | 654,48 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 10 | 57,90 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 10 | 17187,30 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 52 | 27389,76 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 20 | 2739,00 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 10 | 917,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 52 | 27,81 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1488,18 |
| | TOTAL | | | | 51094,11 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 52 | 43,78 |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 6,19 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 8,41 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 2 | 15,46 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 4 | 23,71 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 8 | 15,68 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 1 | 5,56 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 1 | 17,91 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,58 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,83 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 0,78 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 1 | 4,74 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 1 | 2,51 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 5,41 |
| | TOTAL | | | | 185,91 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 15401,34 | 80 | 15401,34 | |
| | CIPP | 51094,11 | 40 | 59778,37 | 388 |
| | Reparación puntual | 185,91 | 80 | 185,91 | 1 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 131.1 | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 48,10 | | | | |
| Conexiones | 9 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 5 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,15 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 2,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,48 |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 74 | 709,65 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 131 | 891,70 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 170 | 1639,23 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 207 | 1290,62 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 54 | 208,98 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 48 | 267,44 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 102 | 143,96 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 54 | 517,86 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 48 | 861,47 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 9 | 168,66 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 65 | 406,57 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 65 | 2672,48 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 74 | 89,36 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 102 | 3369,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 48 | 25,97 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1702 | 612,80 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 241 | 464,17 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 435,91 |
| | TOTAL | | | | 14966,08 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 96 | 81,77 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 96 | 466,57 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 5 | 818,10 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 10 | 57,90 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 9 | 15468,57 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 48 | 25581,50 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 18 | 2465,10 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 9 | 825,57 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 48 | 25,97 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1375,09 |
| | TOTAL | | | | 47211,43 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 12,39 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 3 | 19,03 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 4 | 34,99 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 9 | 53,66 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 8 | 15,68 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 2 | 11,12 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 2 | 2,82 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 2 | 35,82 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 1 | 10,76 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 3 | 21,42 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 5,84 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 8,68 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 1,56 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 2 | 10,72 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 3 | 5,02 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 7,90 |
| | TOTAL | | | | 271,07 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 14966,08 | 80 | 14966,08 | |
| | CIPP | 47211,43 | 40 | 55235,76 | 369 |
| | Reparación puntual | 271,07 | 80 | 271,07 | 2 |

| | | | | | |
|--|--|---------------------------|------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 133.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 37,30 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,20 | | | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 1 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| | | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| | | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| | | Prof media a conex (m) | 1,50 | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 31 | 294,57 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 65 | 440,21 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 84 | 809,25 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 164 | 1024,11 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 48 | 94,08 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 37 | 207,39 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 43 | 61,05 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 37 | 1018,66 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 1 | 16,08 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 32 | 200,71 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 32 | 1319,34 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 31 | 37,09 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 43 | 1428,90 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 37 | 20,14 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 840 | 302,52 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 187 | 359,95 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 232,91 |
| | TOTAL | | | | 7996,58 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 7996,58 | 80 | 7996,58 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|---|---------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 172.2 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 9,50 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 1,75 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 0 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA ACERA/GRADAS | m2 | 3,83 | 1 | 5,46 |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 3 | 27,16 |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 1 | 2,92 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 10 | 67,93 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 13 | 124,88 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 33 | 207,48 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 10 | 19,60 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 10 | 43,13 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 10 | 13,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 10 | 147,63 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 5 | 30,97 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 5 | 203,59 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 6 | 6,84 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 5 | 156,75 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 5 | 39,05 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 130 | 46,68 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 48 | 91,68 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 38,52 |
| TOTAL | | | | | 1322,50 |
| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 19 | 16,15 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 19 | 92,15 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN200mm e= 4.5mm (Totalmente Deteriorada) | m | 721,59 | 10 | 6855,11 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 210,26 |
| TOTAL | | | | | 7218,95 |
| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 10 | 8,08 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,24 |
| TOTAL | | | | | 8,32 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 1322,50 | 80 | 1322,50 | |
| | CIPP | 7218,95 | 40 | 8445,92 | 639 |
| | Reparación puntual | 8,32 | - | 8,32 | 1 |

| | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 146.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 42,10 | | | | |
| Conexiones | 6 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 6 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,75 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | Prof media a conex (m) | 1,28 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA ACERA/GRADAS | m2 | 3,83 | 3 | 11,29 |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 55 | 113,41 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 88 | 601,27 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 115 | 1105,33 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 147 | 919,46 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 36 | 139,32 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 42 | 266,49 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 78 | 110,12 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 36 | 345,24 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 42 | 1149,75 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 6 | 96,48 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 44 | 274,15 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 44 | 1802,05 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 58 | 69,92 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 4 | 138,93 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 55 | 454,76 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 42 | 22,73 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1148 | 413,21 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 211 | 406,27 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 258,90 |
| | TOTAL | | | | 8889,05 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 84 | 71,57 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 84 | 408,37 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 6 | 981,72 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 6 | 34,74 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 6 | 10312,38 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 42 | 22357,21 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 12 | 1643,40 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 6 | 550,38 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 42 | 22,73 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1092,83 |
| | TOTAL | | | | 37520,61 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 42 | 35,79 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1,07 |
| | TOTAL | | | | 36,86 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 8889,05 | 80 | 8889,05 | |
| | CIPP | 37520,61 | 40 | 43897,84 | 494 |
| | Reparación puntual | 36,86 | - | 36,86 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 46.2 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 44,90 | | | | |
| Conexiones | 5 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,75 | | | Conexiones penetrantes | 2 |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Calif. Estructural | 1 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | Prof media a conex (m) | 1,28 |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 51 | 104,43 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 78 | 529,44 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 101 | 973,29 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 157 | 980,62 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 30 | 116,10 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 45 | 203,85 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 75 | 105,61 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 30 | 287,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 45 | 697,75 |
| | SILLA YEE 200 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 17,75 | 5 | 88,75 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 39 | 241,40 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 39 | 1586,78 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 51 | 61,13 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 51 | 418,73 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 45 | 24,25 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1011 | 363,85 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 225 | 433,29 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 222,21 |
| | TOTAL | | | | 7629,10 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 90 | 76,33 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 90 | 435,53 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 2 | 327,24 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 6 | 34,74 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 5 | 8593,65 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN200mm e= 4.5mm (Totalmente Deteriorada) | m | 721,59 | 45 | 32399,39 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 10 | 1369,50 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 5 | 458,65 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 45 | 24,25 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1312,94 |
| | TOTAL | | | | 45077,49 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 45 | 38,17 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1,14 |
| | TOTAL | | | | 39,31 |

| PIPE BURSTING | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|---|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 25 | 51,25 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 6,81 |
| | DERROCAMIENTO POZO MAMPOSTERIA LADRILLO (INCL. ELEVADOR) | m3 | 36,91 | 1 | 36,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 42 | 405,23 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 4") | hora | 1,54 | 4 | 6,16 |
| | INSTALACIÓN POR PIPE BURSTING DE TUBERÍA DE 200mm DE PEAD (INCLUYE MATERIAL, TRANSPORTE E INSTALACIÓN) | m | 38,11 | 45 | 1711,14 |
| | ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO (CON CAJA Y TAPA PREFABRICADA) TUBERIA PLASTICA ALCANT. D.N.I 160MM Y SILLA DE EMPATE (INCL. EXCAV. Y RELLENO) | u | 258,79 | 5 | 1293,95 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,09 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 25 | 30,00 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 412 | 148,25 |
| | POZO REVISION H.S. H=1.26-1.75M (TAPA CERCO H.DUCTIL Y PELDAÑOS) | u | 684,35 | 1 | 684,35 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 25 | 329,00 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 50 | 96,50 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 144,79 |
| | TOTAL | | | | 4971,05 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a reemplazo |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|
| | Zanja abierta | 7629,10 | 80 | 7629,10 | |
| | CIPP | 45077,49 | 40 | 52739,13 | 691 |
| | Reparación puntual | 39,31 | - | 39,31 | 1 |
| | Pipe Bursting | 4971,05 | 80 | 4971,05 | 65 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 47.1 | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|---------|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 39,80 | | | | |
| Conexiones | 6 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 4 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,70 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,25 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 55 | 112,07 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 80 | 544,66 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 104 | 1001,26 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 135 | 844,40 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 40 | 78,40 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 36 | 139,32 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 40 | 180,69 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 76 | 106,88 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 36 | 345,24 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 40 | 712,82 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 6 | 112,44 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 40 | 248,33 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 40 | 1632,37 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 55 | 65,60 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 55 | 449,39 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 40 | 21,49 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1040 | 374,30 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 199 | 384,07 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 222,08 |
| | TOTAL | | | | 7624,65 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 7624,65 | 80 | 7624,65 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|---------------------------|------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 44.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 62,10 | | | | |
| Conexiones | 4 | Conexiones penetrantes | | 0 | |
| | | Conexiones a reparar | | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 1,80 | Factor de esponjamiento | | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | Distancia de acarreo (km) | | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | Prof media a conex (m) | | 1,30 | |
| Calif. Operacional | 4 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 63 | 128,47 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 103 | 702,83 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 134 | 1292,04 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 224 | 1395,01 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 62 | 281,93 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 86 | 121,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 62 | 1695,95 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 4 | 64,32 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 52 | 320,45 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 52 | 2106,43 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 63 | 75,20 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 63 | 515,15 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1342 | 483,00 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 311 | 599,27 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 308,83 |
| | TOTAL | | | | |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 10603,31 | 80 | 10603,31 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 40.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|------|--|--|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 54,20 | | | | |
| Conexiones | 6 | Conexiones penetrantes | 1 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,78 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 2,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | Prof media a conex (m) | 1,79 | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 64 | 131,26 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 52 | 351,07 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 178 | 1756,89 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 298 | 2873,80 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 301 | 1880,44 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 36 | 139,32 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 54 | 246,07 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 90 | 127,18 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 36 | 345,24 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 54 | 970,72 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 6 | 112,44 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 115 | 712,77 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 115 | 4685,23 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 64 | 76,84 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 64 | 526,33 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 54 | 29,27 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2984 | 1074,32 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 271 | 523,03 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 502,57 |
| | TOTAL | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 17254,74 | 80 | 17254,74 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 65.1 | | | | | |
|---|--|--------|-----------------|---------------------------|----------|
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 51,60 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,70 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,25 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 46 | 439,14 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 76 | 518,76 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 99 | 953,65 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 175 | 1094,75 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 52 | 430,86 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 58 | 81,22 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 52 | 2369,47 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 1 | 25,88 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 38 | 236,53 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 38 | 1554,75 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 46 | 55,30 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 58 | 1900,80 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 52 | 27,86 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 990 | 356,50 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 258 | 497,94 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 324,42 |
| | TOTAL | | | | 11138,55 |

| | | | | | |
|------------------------|--------------------|----------|---------------------|----------|------------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 11138,55 | 80 | 11138,55 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|---|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 102.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 20,40 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 2,50 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 14 | 29,27 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 36 | 243,12 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 46 | 446,93 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 102 | 636,48 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 10 | 19,60 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 20 | 129,13 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 20 | 28,76 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 20 | 557,12 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 18 | 110,85 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 18 | 728,64 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 14 | 17,14 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 14 | 187,92 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 20 | 11,02 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 464 | 167,08 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 102 | 196,86 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 106,76 |
| | TOTAL | | | | 3665,52 |
| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 41 | 34,68 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 41 | 197,88 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 6 | 33,96 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 20 | 10833,42 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 20 | 11,02 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 600 A 800mm | m | 0,78 | | 0,00 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 333,33 |
| | TOTAL | | | | 11444,28 |
| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 20 | 17,34 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,52 |
| | TOTAL | | | | 17,86 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 3665,52 | 80 | 3665,52 | |
| | CIPP | 11444,28 | 40 | 13389,42 | 365 |
| | Reparación puntual | 17,86 | - | 17,86 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 49.1 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 59,90 | | | | |
| Conexiones | 6 | | | | |
| | | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,60 | | | Conexiones penetrantes | 4 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Calif. Estructural | 2 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | Prof media a conex (m) | 1,70 |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 77 | 731,14 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 174 | 1181,89 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 226 | 2172,70 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 311 | 1943,64 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 36 | 139,32 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 60 | 608,58 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 96 | 135,22 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 36 | 345,24 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 60 | 2750,61 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 6 | 155,28 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 87 | 538,88 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 87 | 3542,20 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 77 | 92,06 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 96 | 3164,70 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 60 | 32,35 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2256 | 812,22 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 300 | 578,04 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 573,42 |
| | TOTAL | | | | 19687,44 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 120 | 101,83 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 120 | 581,03 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 4 | 654,48 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 10 | 56,60 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 6 | 10312,38 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN400mm e= 8.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 631,52 | 60 | 37828,05 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 12 | 1643,40 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 6 | 550,38 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 60 | 32,35 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1554,20 |
| | TOTAL | | | | 53361,02 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 19687,44 | 80 | 19687,44 | |
| | CIPP | 53361,02 | 40 | 62430,58 | 317 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 141.1 | | | | | |
|--|-------|--|---------------------------|------|--|
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 27,20 | | | | |
| Conexiones | 1 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,60 | | Conexiones penetrantes | 1 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Calif. Estructural | 1 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | Prof media a conex (m) | 1,20 | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA ACERA/GRADAS | m2 | 3,83 | 2 | 7,29 |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 22 | 44,97 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 36 | 246,69 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 47 | 453,49 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 87 | 543,13 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 6 | 23,22 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 27 | 172,18 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 33 | 46,81 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 6 | 57,54 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 27 | 742,83 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 1 | 16,08 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 18 | 112,48 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 18 | 739,33 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 24 | 28,61 |
| | ADOQUINADO (F'C=400 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 14,60 | 24 | 348,06 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 27 | 14,69 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 471 | 169,53 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 136 | 262,48 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 124,46 |
| | TOTAL | | | | 4273,26 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 54 | 46,24 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 54 | 263,84 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 1 | 163,62 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 2 | 11,58 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 1 | 1718,73 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN300mm e= 6.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,05 | 27 | 14444,56 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 2 | 273,90 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 1 | 91,73 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 27 | 14,69 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 512,23 |
| | TOTAL | | | | 17586,39 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 27 | 23,12 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,69 |
| | TOTAL | | | | 23,81 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 4273,26 | 80 | 4273,26 | |
| | CIPP | 17586,39 | 40 | 20575,48 | 481 |
| | Reparación puntual | 23,81 | - | 23,81 | 1 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 150.1 | | | | | |
|--|-------|--|---------------------------|-----|--|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 45,90 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,85 | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Calif. Estructural | 1 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 28 | 262,46 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 51 | 346,96 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 66 | 637,83 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 170 | 1059,74 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 46 | 208,39 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 46 | 64,72 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 46 | 713,29 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 25 | 158,20 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 25 | 1039,87 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 28 | 33,05 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 46 | 1514,70 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 662 | 238,44 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 230 | 442,94 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 207,32 |
| TOTAL | | | | | 7117,85 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|-------|---|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 92 | 78,03 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 92 | 445,23 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN200mm e= 4.5mm (Totalmente Deteriorada) | m | 721,59 | 46 | 33120,98 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1010,69 |
| TOTAL | | | | | 34700,21 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 46 | 39,02 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1,17 |
| TOTAL | | | | | 40,19 |

| PIPE BURSTING | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 1 | 9,53 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 6,81 |
| | DERROCAMIENTO POZO MAMPOSTERIA LADRILLO (INCL. ELEVADOR) | m3 | 36,91 | 1 | 36,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 2 | 22,15 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 4") | hora | 1,54 | 5 | 7,70 |
| | INSTALACIÓN POR PIPE BURSTING DE TUBERÍA DE 200mm DE PEAD (INCLUYE MATERIAL, TRANSPORTE E INSTALACIÓN) | m | 38,11 | 46 | 1749,25 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,09 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 1,20 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 2 | 11,80 |
| | POZO REVISION H.S. H=1.76-2.25M (TAPA CERCO H.DUCTIL Y PELDAÑOS) | u | 754,98 | 1 | 754,98 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 1 | 33,00 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 2 | 3,86 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 79,92 |
| TOTAL | | | | | 2743,82 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a reemplazo |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|
| | Zanja abierta | 7117,85 | 80 | 7117,85 | |
| | CIPP | 34700,21 | 40 | 40598,06 | 570 |
| | Reparación puntual | 40,19 | - | 40,19 | 1 |
| | Pipe Bursting | 2743,82 | 80 | 2743,82 | 39 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 26.1 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 10,10 | | | | |
| Conexiones | 2 | | | | |
| | | | | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,78 | | | Conexiones penetrantes | 2 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Calif. Estructural | 1 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | Prof media a conex (m) | 1,29 |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 16 | 33,14 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 24 | 163,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 31 | 301,33 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 36 | 224,37 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 24 | 47,04 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 10 | 56,16 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 22 | 31,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 10 | 180,89 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 2 | 37,48 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 12 | 74,74 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 12 | 491,26 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 16 | 19,40 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 16 | 212,73 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 313 | 112,65 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 51 | 97,47 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 68,82 |
| | TOTAL | | | | 2362,90 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 20 | 17,17 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 20 | 97,97 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 2 | 327,24 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 2 | 3437,46 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 10 | 5371,58 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 4 | 547,80 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 2 | 183,46 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 10 | 5,45 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 302,39 |
| | TOTAL | | | | 10382,13 |
| | | | | | |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 10 | 8,59 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,26 |
| | TOTAL | | | | 8,84 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 2362,90 | 80 | 2362,90 | |
| | CIPP | 10382,13 | 40 | 12146,74 | 514 |
| | Reparación puntual | 8,84 | - | 8,84 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|---------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 24.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 4,00 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,83 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 0 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | Prof media a conex (m) | 1,32 |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 3 | 5,33 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 5 | 32,40 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 6 | 59,57 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 15 | 91,35 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 24 | 47,04 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 4 | 22,24 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 4 | 5,64 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 4 | 71,64 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 2 | 14,77 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 2 | 97,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 3 | 3,12 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 3 | 34,22 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 62 | 22,27 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 20 | 38,60 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 17,82 |
| TOTAL | | | | | 611,96 |
| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 8 | 6,80 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 8 | 38,80 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 4 | 2127,36 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 4 | 2,16 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 68,00 |
| TOTAL | | | | | 2334,72 |
| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 4 | 3,40 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,10 |
| TOTAL | | | | | 3,50 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 611,96 | 80 | 611,96 | |
| | CIPP | 2334,72 | 40 | 2731,54 | 446 |
| | Reparación puntual | 3,50 | - | 3,50 | 1 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 23.1 | | | | | |
|---|-------|--|---------------------------|------|--|
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 36,40 | | | | |
| Conexiones | 3 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 3 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 1,40 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | Prof media a conex (m) | 1,10 | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 38 | 78,02 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 49 | 333,44 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 64 | 612,98 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 18 | 69,66 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 36 | 202,38 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 54 | 76,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 18 | 172,62 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 36 | 651,92 |
| | SILLA YEE 250 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 18,74 | 3 | 56,22 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 24 | 152,03 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 24 | 999,36 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 38 | 45,67 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 38 | 500,87 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 637 | 229,15 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 182 | 351,26 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 139,55 |
| | TOTAL | | | | 4791,25 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 73 | 61,88 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 73 | 353,08 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 3 | 490,86 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 8 | 46,32 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 3 | 5156,19 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN250mm e= 5.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 531,84 | 36 | 19358,98 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 6 | 821,70 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 3 | 275,19 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 36 | 19,66 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 798,87 |
| | TOTAL | | | | 27428,01 |
| | | | | | |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 36 | 30,94 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,93 |
| | TOTAL | | | | 31,87 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 4791,25 | 80 | 4791,25 | |
| | CIPP | 27428,01 | 40 | 32089,83 | 670 |
| | Reparación puntual | 31,87 | - | 31,87 | 1 |

| | | | | | |
|--|---------|--|--|---------------------------|------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 171.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 600X400 | | | | |
| Longitud (m) | 55,50 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 2 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 2,00 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 3 | | | Prof media a conex (m) | 1,40 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 58 | 553,22 |
| | DERROCAMIENTO DE MAMPOSTERIA DE LADRILLO (HERRAMIENTA MENOR) | m2 | 2,2 | 111 | 244,20 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 105 | 712,19 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 136 | 1309,24 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 222 | 1385,28 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 80 | 112,10 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 56 | 1515,71 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 4 | 64,32 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 52 | 324,72 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 52 | 2134,48 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 58 | 69,66 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 80 | 2623,50 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 56 | 29,97 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1360 | 489,43 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 278 | 535,58 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 379,91 |
| | TOTAL | | | | 13043,53 |

| | | | | | |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 56 | 47,18 |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 5 | 42,89 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 9 | 61,29 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 12 | 112,67 |
| | REVOcado MAMPOSTERIA LADRILLO | m2 | 3,32 | 2 | 6,64 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 5 | 18,81 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 5 | 27,95 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 3 | 99,00 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 9 | 17,37 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 13,01 |
| | TOTAL | | | | 446,80 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 13043,53 | 80 | 13043,53 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 446,80 | 80 | 446,80 | 3 |

| | | | | | |
|--|--|----------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 127.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 600X400 | | | | |
| Longitud (m) | 76,70 | | | | |
| Conexiones | 6 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 2 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,65 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 3 | | | Prof media a conex (m) | 1,23 |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 82 | 786,13 |
| | DERROCAMIENTO DE MAMPOSTERIA DE LADRILLO (HERRAMIENTA MENOR) | m2 | 2,2 | 153 | 337,48 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 124 | 843,54 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 161 | 1550,71 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 253 | 1579,41 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 36 | 139,32 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 113 | 158,91 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 36 | 345,24 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 77 | 2094,68 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 6 | 96,48 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 62 | 384,61 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 62 | 2528,16 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 82 | 98,99 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 113 | 3719,10 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 77 | 41,42 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1610 | 579,70 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 384 | 740,16 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 487,83 |
| | TOTAL | | | | 16748,86 |
| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 77 | 65,20 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1,96 |
| | TOTAL | | | | 67,15 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 16748,86 | 80 | 16748,86 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 67,15 | - | 67,15 | 0 |

| | | | | | |
|--|--|--------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 124.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 600X400 | | | | |
| Longitud (m) | 5,10 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 1,85 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA ACERA/GRADAS | m2 | 3,83 | 1 | 3,83 |
| | DERROCAMIENTO DE MAMPOSTERIA DE LADRILLO (HERRAMIENTA MENOR) | m2 | 2,2 | 10 | 22,44 |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 4 | 7,32 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 7 | 44,98 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 9 | 82,68 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 5 | 7,19 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 5 | 139,28 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 3 | 20,51 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 3 | 134,80 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 4 | 4,28 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 4 | 46,98 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 5 | 2,75 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 86 | 30,91 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 26 | 49,22 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 21,50 |
| TOTAL | | | | | 738,06 |
| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 5 | 4,34 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,13 |
| | TOTAL | | | | 4,47 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 738,06 | 80 | 738,06 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 4,47 | - | 4,47 | 1 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 71.1 | | | | | |
|---|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 400 | | | | |
| Longitud (m) | 53,40 | | | | |
| Conexiones | 2 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 1 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,50 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 1,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | | Prof media a conex (m) | 1,15 |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 52 | 107,26 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 75 | 511,57 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 98 | 940,43 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 160 | 999,65 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 400mm | m | 10,16 | 53 | 542,54 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 65 | 92,21 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 53 | 2452,13 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 2 | 51,76 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 38 | 233,25 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 38 | 1533,20 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 52 | 62,78 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 52 | 430,07 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 53 | 28,84 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 977 | 351,56 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 267 | 515,31 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 276,12 |
| | TOTAL | | | | 9480,15 |

| CIPP | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 107 | 90,78 |
| | INSPECCIÓN DE TUBERÍA CON CÁMARA AUTOPROPULSADA | m | 4,85 | 107 | 517,98 |
| | FRESADO DE CONEXION PENETRANTES DOMICILIARIAS CON ROBOT, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 163,62 | 1 | 163,62 |
| | BOMBEO EN COLECTOR PRINCIPAL POR TUBO FLEXIBLE PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,66 | 8 | 45,28 |
| | BOMBEO EN CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | hora | 5,79 | 4 | 23,16 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DE POLIESTER DN150mm e= 4.0mm | u | 1718,73 | 2 | 3437,46 |
| | RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO CON RESINA DN400mm e= 8.0mm (Totalmente Deteriorada) | m | 631,52 | 53 | 33723,17 |
| | APERTURA DE DOMICILIARIA CON ROBOT FRESADOR, INCL. CAMARA DE TV, PARA RENOVACION POR CIPP DE RED DE ALCANTARILLADO | u | 136,95 | 4 | 547,80 |
| | CAJA DOMICILIARIA H=0.60-1.50M CON TAPA H.A. | u | 91,73 | 2 | 183,46 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 53 | 28,84 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 1162,85 |
| | TOTAL | | | | 39924,39 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 1 | 1,64 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 8,17 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 2 | 15,02 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 3 | 18,72 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 10 | 19,60 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 1 | 1,41 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 1 | 45,92 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 1 | 10,76 |
| | EMPATE A TUBERIA PLASTICA | u | 12,44 | 1 | 12,44 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,51 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,73 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 1 | 1,20 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 1 | 6,58 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 1 | 4,60 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 2 | 3,09 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 5,07 |
| | TOTAL | | | | 174,12 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 9480,15 | 80 | 9480,15 | |
| | CIPP | 39924,39 | 40 | 46710,18 | 493 |
| | Reparación puntual | 174,12 | 80 | 174,12 | 2 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 48.1

| | | | | | |
|---------------------------|-------|---------------------------|-----|--|--|
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 5,30 | | | | |
| Conexiones | 0 | Conexiones penetrantes | 0 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 1,25 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 0 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 3 | 32,83 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 4 | 29,33 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 6 | 53,91 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 24 | 47,04 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 5 | 24,06 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 5 | 7,47 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 5 | 94,92 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 2 | 13,37 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 2 | 87,89 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 5 | 174,90 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 5 | 2,86 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 56 | 20,15 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 27 | 51,15 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 20,66 |
| TOTAL | | | | | 709,39 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|--------|------------------|--------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 709,39 | 80 | 709,39 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|--|---------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 175.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 200 | | | | |
| Longitud (m) | 31,20 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,58 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 20 | 41,57 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 32 | 218,21 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 42 | 401,14 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 200mm | m | 4,54 | 31 | 141,65 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 31 | 43,99 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 250MM (MAT.TRAN.INST) | m | 17,91 | 31 | 558,79 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 16 | 99,49 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 16 | 653,99 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 20 | 24,34 |
| | ADOQUINADO DE PIEDRA INCLUY.CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 8,22 | 20 | 166,70 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 31 | 16,85 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 417 | 149,96 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 156 | 301,08 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 88,11 |
| TOTAL | | | | | 3025,27 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 3025,27 | 80 | 3025,27 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 110.1 | | | | | |
|--|--|--------|-----------------|---------------------------|---------|
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 24,56 | | | | |
| Conexiones | 2 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,85 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | - | | | Prof media a conex (m) | 1,33 |
| Calif. Operacional | - | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 29 | 278,73 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 49 | 334,16 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 64 | 614,29 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 91 | 567,04 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 12 | 46,44 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 25 | 155,46 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 37 | 51,55 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 12 | 115,08 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 25 | 1127,80 |
| | SILLA YEE 400 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 25,88 | 2 | 51,76 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 25 | 152,36 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 25 | 1001,49 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 29 | 35,10 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 37 | 1206,48 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 25 | 13,26 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 638 | 229,64 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 123 | 237,00 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 190,11 |
| | TOTAL | | | | 6527,17 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 6527,17 | 80 | 6527,17 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|--|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 135.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 41,70 | | | | |
| Conexiones | 4 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 1,95 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,65 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | - | | Prof media a conex (m) | 1,38 | |
| Calif. Operacional | - | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 46 | 441,29 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 79 | 539,72 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 103 | 992,19 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 163 | 1014,81 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 24 | 92,88 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 42 | 348,20 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 66 | 92,64 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 24 | 230,16 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 42 | 1159,68 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 4 | 97,24 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 40 | 246,09 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 40 | 1617,59 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 46 | 55,57 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 66 | 2168,10 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 42 | 22,52 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1030 | 370,91 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 209 | 402,41 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 300,34 |
| | TOTAL | | | | 10311,72 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 10311,72 | 80 | 10311,72 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|--|---------|------------------|---------------------------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 151.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 350 | | | | |
| Longitud (m) | 5,10 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 0 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,60 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 0,80 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | - | | | | |
| Calif. Operacional | - | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 4 | 38,88 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 7 | 44,46 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 8 | 81,72 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 16 | 101,84 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 24 | 47,04 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 350mm | m | 8,35 | 5 | 42,59 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 5 | 7,19 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 400MM (MAT.TRAN.INST) | m | 45,92 | 5 | 234,19 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 3 | 20,27 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 3 | 133,24 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 4 | 4,90 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 4 | 134,64 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 5 | 2,75 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 85 | 30,55 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 26 | 49,22 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 30,67 |
| | TOTAL | | | | 1052,98 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 1052,98 | 80 | 1052,98 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|--|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 163.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 300 | | | | |
| Longitud (m) | 54,10 | | | | |
| Conexiones | 5 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 2,05 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,75 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | - | | Prof media a conex (m) | 1,43 | |
| Calif. Operacional | - | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 65 | 615,40 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 117 | 799,35 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 153 | 1469,46 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 222 | 1384,09 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 30 | 116,10 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 300mm | m | 6,33 | 54 | 342,45 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 84 | 118,58 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 30 | 287,70 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 350MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,81 | 54 | 1504,52 |
| | SILLA YEE 350*160mm (MAT/TRANS/INST) | u | 24,31 | 5 | 121,55 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 59 | 364,46 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 59 | 2395,70 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 65 | 77,49 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 84 | 2775,30 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 54 | 29,21 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 1526 | 549,33 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 271 | 522,07 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 409,88 |
| | TOTAL | | | | 14072,62 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 14072,62 | 80 | 14072,62 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|--|--|----------|---------------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 172.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 500 | | | | |
| Longitud (m) | 73,30 | | | | |
| Conexiones | 7 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 2,25 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,90 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | - | | Prof media a conex (m) | 1,53 | |
| Calif. Operacional | - | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 100 | 948,90 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 200 | 1359,77 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 260 | 2499,70 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 330 | 2058,26 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 42 | 162,54 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 500mm | m | 9,26 | 73 | 678,76 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 73 | 103,35 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 42 | 402,78 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 500MM (MAT.TRAN.INST) | m | 71,63 | 73 | 5250,48 |
| | SILLA YEE 500 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 29,59 | 7 | 207,13 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 100 | 619,98 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 100 | 4075,32 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 100 | 119,48 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 115 | 3804,90 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 73 | 39,58 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2596 | 934,47 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 367 | 707,35 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 724,88 |
| | TOTAL | | | | 24887,59 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 24887,59 | 80 | 24887,59 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| | | | | | |
|---|--|---------------------------|------------------|----------|---------------------------|
| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 43.1 | | | | | |
| Diámetro (mm) | 250 | | | | |
| Longitud (m) | 76,30 | | | | |
| Conexiones | 7 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 0 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 3,48 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | - | Prof media a conex (m) | 2,14 | | |
| Calif. Operacional | - | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | DESADOQUINADO | m2 | 2,05 | 87 | 178,37 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 72 | 489,67 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=2.76-3.99m (EN TIERRA) | m3 | 9,87 | 186 | 1834,51 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 335 | 3227,03 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 531 | 3313,74 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 72 | 141,12 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 42 | 162,54 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 250mm | m | 5,56 | 76 | 424,23 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 118 | 166,80 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 42 | 402,78 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 76 | 2083,75 |
| | SILLA YEE 300*160 mm (MAT/TRANS/INST) | u | 16,08 | 7 | 112,56 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 129 | 800,38 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 129 | 5261,10 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 87 | 104,41 |
| | ADOQUINADO (F'C=300 KG/CM2) INCLUYE CAMA DE ARENA Y EMPORADO | m2 | 13,16 | 87 | 1145,05 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 250 A 550mm | m | 0,54 | 76 | 41,20 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2416 | 869,86 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 382 | 736,30 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 646,33 |
| | TOTAL | | | | 22190,56 |
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 22190,56 | 80 | 22190,56 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 5.1 | | | | | |
|--|-------|--|---------------------------|------|--|
| Diámetro (mm) | 150 | | | | |
| Longitud (m) | 98,85 | | | | |
| Conexiones | 10 | | | | |
| | | | Conexiones penetrantes | 0 | |
| | | | Conexiones a reparar | 0 | |
| Prof. Excavación (m) | 2,30 | | Factor de esponjamiento | 1,3 | |
| Ancho de zanja (m) | 0,60 | | Distancia de acarreo (km) | 20 | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 6,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 1 | | | | |
| Calif. Operacional | 3 | | Prof media a conex (m) | 1,55 | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 107 | 1022,66 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 211 | 1435,64 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 274 | 2639,17 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 455 | 2837,39 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 159 | 614,75 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 159 | 223,98 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 60 | 575,40 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 200MM (MAT.TRAN.INST) | m | 15,54 | 99 | 1536,13 |
| | SILLA YEE 200 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 17,75 | 10 | 177,50 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 105 | 654,57 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 105 | 4302,69 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 107 | 128,77 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 159 | 5242,05 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 2741 | 986,60 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 494 | 953,90 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 707,05 |
| TOTAL | | | | | 24275,26 |

| PIPE BURSTING | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|---|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 49 | 466,97 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 1 | 6,81 |
| | DERROCAMIENTO POZO MAMPOSTERIA LADRILLO (INCL. ELEVADOR) | m3 | 36,91 | 1 | 36,91 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 99 | 953,56 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 4") | hora | 1,54 | 10 | 15,40 |
| | INSTALACIÓN POR PIPE BURSTING DE TUBERÍA DE 200mm DE PEAD (INCLUYE MATERIAL, TRANSPORTE E INSTALACIÓN) | m | 38,11 | 99 | 3767,17 |
| | ACOMETIDA DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO (CON CAJA Y TAPA PREFABRICADA) TUBERIA PLASTICA ALCANT. D.N.I 160MM Y SILLA DE EMPATE (INCL. EXCAV. Y RELLENO) | u | 258,79 | 10 | 2587,90 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 1 | 2,09 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 1 | 3,11 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 49 | 58,80 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 981 | 353,23 |
| | POZO REVISION H.S. H=2.26-2.75M (TAPA CERCO H.DUCTIL Y PELDAÑOS) | u | 810,20 | 1 | 810,20 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 159 | 5242,05 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 98 | 189,14 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 435,45 |
| TOTAL | | | | | 14950,31 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a reemplazo |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|------------------------|
| | Zanja abierta | 24275,26 | 80 | 24275,26 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 0,00 | 80 | 0,00 | 0 |
| | Pipe Bursting | 14950,31 | 80 | 14950,31 | 62 |

ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 121.1

| | | | | | |
|---------------------------|---------|---------------------------|-----|--|--|
| Diámetro (mm) | 500X900 | | | | |
| Longitud (m) | 6,90 | | | | |
| Conexiones | 0 | | | | |
| | | Conexiones penetrantes | 0 | | |
| | | Conexiones a reparar | 0 | | |
| Prof. Excavación (m) | 2,00 | Factor de esponjamiento | 1,3 | | |
| Ancho de zanja (m) | 0,70 | Distancia de acarreo (km) | 20 | | |
| Long. Cambio Tubería (m) | 0,00 | | | | |
| Calif. Estructural | - | | | | |
| Calif. Operacional | - | | | | |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| | | | | | |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|--------|
| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 5 | 46,03 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 10 | 65,78 |
| | DERROCAMIENTO DE MAMPOSTERIA DE LADRILLO (HERRAMIENTA MENOR) | m2 | 2,2 | 19 | 42,50 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 13 | 120,93 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 28 | 172,22 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 36 | 70,56 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 7 | 9,73 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 300MM (MAT.TRAN.INST) | m | 27,31 | 7 | 188,44 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 5 | 29,99 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 5 | 197,16 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 5 | 5,80 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 7 | 227,70 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 126 | 45,21 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 35 | 66,59 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 40,12 |
| TOTAL | | | | 1377,61 | |

| | | | | | |
|--------------------|---|--------|-----------------|----------|-------|
| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 7 | 5,87 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 0,18 |
| | TOTAL | | | | 6,04 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------------|---------|------------------|---------|---------------------------|
| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
| | Zanja abierta | 1377,61 | 80 | 1377,61 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 6,04 | - | 6,04 | 0 |

| ANÁLISIS DE COSTOS DE REHABILITACIÓN PARA LA TUBERÍA 120.1 | | | | | |
|--|-------|--|--|---------------------------|------|
| Diámetro (mm) | 600 | | | | |
| Longitud (m) | 66,00 | | | | |
| Conexiones | 22 | | | | |
| | | | | Conexiones penetrantes | 10 |
| | | | | Conexiones a reparar | 0 |
| Prof. Excavación (m) | 1,95 | | | Factor de esponjamiento | 1,3 |
| Ancho de zanja (m) | 1,00 | | | Distancia de acarreo (km) | 20 |
| Long. Cambio Tubería (m) | 4,00 | | | | |
| Calif. Estructural | 2 | | | | |
| Calif. Operacional | 2 | | | Prof media a conex (m) | 1,38 |
| Tasa de interés anual (%) | 4,53% | | | | |

| ZANJA ABIERTA | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|---------------|--|--------|-----------------|----------|----------|
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 172 | 1635,35 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 274 | 1865,26 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 356 | 3428,95 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 257 | 1606,18 |
| | BOMBEO AGUA INTERIOR COLECTOR (DIAMETRO DE SUCCION 2") | hora | 1,96 | 96 | 188,16 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 150mm | m | 3,87 | 132 | 510,84 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 600mm | m | 11,43 | 66 | 754,38 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 198 | 279,18 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 160MM (MAT.TRAN.INST) | m | 9,59 | 132 | 1265,88 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 600MM (MAT.TRAN.INST) | m | 84,25 | 66 | 5560,50 |
| | SILLA YEE 600 X 160MM (MAT/TRAN/INST) | u | 35,43 | 22 | 779,46 |
| | EMPATE A POZO MORTERO 1:3 | u | 10,76 | 2 | 21,52 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 137 | 850,46 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 40,82 | 137 | 5590,30 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 172 | 205,92 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 198 | 6534,00 |
| | PRUEBAS HIDROSTATICAS EN RED DE ALCANTARILLADO D.I. DE 600 A 800mm | m | 0,78 | 66 | 51,48 |
| | DESALOJO MATERIAL (MEDIO MECANICO) | m3-km | 0,36 | 3561 | 1281,85 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 2 | 27,32 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 330 | 636,90 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 992,22 |
| | TOTAL | | | | 34066,10 |

| REPARACIÓN PUNTUAL | Rubro | Unidad | Precio Unitario | Cantidad | Total |
|--------------------|--|--------|-----------------|----------|---------|
| | LIMPIEZA DE RED MATRIZ CON HIDROSUCCIONADOR | m | 0,85 | 66 | 56,10 |
| | ROTURA PAVIMENTO 1"-2" | m2 | 9,53 | 4 | 38,12 |
| | EXCAVACION ZANJA A MANO H=0.00-2.75m (EN TIERRA) | m3 | 6,81 | 8 | 53,12 |
| | ACARREO MANUAL MATERIAL 200m | m3 | 9,63 | 10 | 97,65 |
| | ENTIBADO (APUNTALAMIENTO) ZANJA | m2 | 6,24 | 16 | 97,34 |
| | LEVANTAMIENTO TUBERIA 600mm | m | 11,43 | 4 | 45,72 |
| | REPLANTEO Y NIVELACION | m | 1,41 | 4 | 5,64 |
| | TUBERIA PLASTICA ALCANTARILLADO D.N.I. 600MM (MAT.TRAN.INST) | m | 84,25 | 4 | 337,00 |
| | EMPATE A TUBERIA MORTERO 1:3 | u | 7,14 | 2 | 14,28 |
| | RELLENO COMPACTADO (MATERIAL DE EXCAVACION) | m3 | 4,18 | 4 | 16,30 |
| | RELLENO COMPACTADO MATERIAL PRESTAMO | m3 | 6,21 | 4 | 24,22 |
| | RASANTEO DE ZANJA A MANO | m2 | 1,20 | 4 | 4,80 |
| | REPOSICION DE CARPETA ASFALTICA, ANCHA HASTA 1.00m | m | 33,00 | 4 | 132,00 |
| | DESALOJO DE ESCOMBROS | m3 | 5,90 | 5 | 29,91 |
| | CONTROL DE POLVO (agua) | m3 | 13,66 | 1 | 13,66 |
| | LIMPIEZA FINAL DE LA OBRA | m2 | 1,93 | 8 | 15,44 |
| | SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN | glb | 3% | | 29,44 |
| | TOTAL | | | | 1010,74 |

| RESUMEN COMPARATIVO | Técnica empleada | Costo | Período duración | VAN | % respecto a cambio total |
|---------------------|--------------------|----------|------------------|----------|---------------------------|
| | Zanja abierta | 34066,10 | 80 | 34066,10 | |
| | CIPP | 0,00 | 40 | 0,00 | 0 |
| | Reparación puntual | 1010,74 | 80 | 1010,74 | 3 |